# ***Программа вступительного экзамена по направлению подготовки 12.06.01******«Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»***

**Целью** вступительного испытания является оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по направлению ***«Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»***по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

**Программы вступительных испытаний при приеме на обучение в аспирантуре формируются** на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (СУОС Университета ИТМО) по программам специалитета или магистратуры.

**Форма вступительного испытания:** устно-письменная

**Форма вступительного испытания с использованием дистанционных технологий:** тест, устно-письменная

**Продолжительность** проведения вступительного испытания. Продолжительность вступительного испытания - не более 90 минут.

**Критерии оценивания:** “неудовлетворительно”, “Удовлетворительно”, “Хорошо”, “Отлично”

**Минимальный проходной балл,** подтверждающий успешное прохождение вступительных испытаний: оценка “удовлетворительно”.

**Перечень принадлежностей**, которые поступающий имеет право пронести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: письменные принадлежности, непрограммируемый калькулятор.

**Профиль подготовки 05.11.01 «Приборы и методы измерения (тепловые величины)»**

**1. Основы метрологии**

1.1. Предмет и задачи метрологии. Важнейшие термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Международная система единиц (СИ).

1.2. Средства измерений. Измерительные аналоговые и цифровые преобразователи. Исходные (эталонные) средства измерений. Рабочие средства измерений. Нормирование метрологических характеристик и классы точности.

1.3. Эталоны. Общие понятия. Государственные эталоны первичные и специальные. Вторичные эталоны (эталоны-копии, сравнения и рабочие).

1.4. Методы и принципы измерений. Виды методов измерений.

1.5.Общие требования к измерениям. Анализ постановки измерительной задачи. Выбор средств и методов измерений. Выбор числа измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей.

1.6. Прямые и косвенные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.

1.7. Погрешности измерений. Виды погрешностей измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах. Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих. Расчет динамических погрешностей измерительных устройств.

1.8. Обработка результатов измерений. Обработка нормального распределения данных. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов косвенных, совместных, совокупных измерений.

1.9. Обеспечение единства измерений. Стандартные образцы. Калибровка средств измерений.

**2. Методы и средства измерений**

2.1. Методы и средства измерений плотности веществ.

2.2. Теплофизические измерения. Закон Бойля-Мариотта. Закон Гей-Люссака. Уравнение Стокса и Бернулли. Основные законы термодинамики. Цикл Карно. Теплоемкость. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.

2.3. Методы измерения температуры. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах. Метрологические характеристики и классификация средств измерения температуры.

2.4. Термометры сопротивления и методы измерения сопротивления. Пирометры.

2.5. Методы измерения давления и разрежения, расхода и уровня жидкости. Средства измерений давления и разности давления. Вакуумметры.

2.6. Измерение расхода жидкостей, газа и пара по перепаду давления в сужающем устройстве. Расходомеры постоянного перепада, электрические, тахометрические и ультразвуковые.

2.7. Тепломеры. Методы и средства измерения нестационарных тепловых потоков.

2.8. Методы и средства поверки средств измерений теплотехнических величин.

2.9. Измерения электрических и магнитных величин. Законы Кирхгофа и Ома. Закон магнитной индукции Ампера. Методы измерений электрических и магнитных величин.

2.10. Измерения силы токов и напряжений. Измерение частоты, энергии и количества электричества.

**3. Основы метрологического обеспечения**

3.1. Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность технических устройств.

3.2. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения, единицы величин. Средства и методики выполнения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка и сертификация средств измерений.

3.3. Сущность методологии проведения метрологического сопровождения и метрологической экспертизы технических объектов. Основные направления их совершенствования.

**Рекомендованная литература для профиля 05.11.01 «Приборы и методы измерения (тепловые величины)»**

1. Платунов Е.С., Баранов И.В., Буравой С.Е., Курепин В.В. Теплофизические измерения. Санкт-Петербург. 2010.
2. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерения нестационарных температур. Энергия. 1990.- 255 с.
3. Сапожников С.З. , Митяков В.Ю., Митяков А.В. Градиентные датчики теплового потока в теплотехническом эксперименте. Изд-во Политехнического университета, 2007 – 203 с.
4. Точность контактных методов измерения температуры. Изд-во стандартов, 1976 – 231 с.
5. Геращенко О.А. Основы теплометрии. Изд-во «Наукова думка», 1971 – 190 с.
6. Пилипенко Н.В. Методы и приборы нестационарной теплометрии на основе решения обратных задач теплопроводности. Изд-во СПбГУ ИТМО, 2011.- 179 с.
7. Кузнецов В.А., Ялунина Т.В. Общая метрология. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоиздат, 1991.

**Дополнительная литература:**

1. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. М.: Наука, 1988.
2. Электрические измерения неэлектрических величин, под ред. П.В. Новицкого. М.: Энергия, 1975.
3. Стандарты частоты и времени на основе квантовых генераторов и дискриминаторов, под ред. Б.П. Фатеева. М.: Сов. Радио. 1978.
4. Орлова М.П. Низкотемпературная калориметрия. М.: Изд-во стандартов, 1975.
5. Исаев Л.К., Малиновский В.Д. Обеспечение качества: стандартизация, единство измерений, оценка соответствия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.

# **Профиль подготовки 05.11.01 «Приборы и методы измерения (по видам измерений)» (механические величины)**

1**. Основы метрологии**

1.1. Предмет и задачи метрологии. Важнейшие термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Международная система единиц (СИ).

1.2. Средства измерений. Измерительные аналоговые и цифровые преобразователи. Исходные (эталонные) средства измерений. Рабочие средства измерений. Нормирование метрологических характеристик и классы точности.

1.3. Эталоны. Общие понятия. Государственные эталоны первичные и специальные. Вторичные эталоны (эталоны-копии, сравнения и рабочие).

1.4. Методы и принципы измерений. Виды методов измерений.

1.5. Общие требования к измерениям. Анализ постановки измерительной задачи. Выбор средств и методов измерений. Выбор числа измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей.

1.6. Прямые и косвенные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.

1.7. Погрешности измерений. Виды погрешностей измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах. Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих. Расчет динамических погрешностей измерительных устройств.

1.8. Обработка результатов измерений. Обработка нормального распределения данных. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов косвенных, совместных, совокупных измерений.

1.9. Обеспечение единства измерений. Стандартные образцы. Калибровка средств измерений.

**2. Методы и средства измерений**

2.1. Каноническое уравнение механики. Законы Ньютона и Гука. Измерительные преобразователи.

2.2. Методы и средства измерений плотности веществ.

2.3. Измерение параметров движения. Измерители линейных скоростей. Измерители скоростей вращения. Акселерометры. Виброметры.

2.4. Методы измерения сил и моментов. Динамометры. Принципы действия динамометров. Преобразование крутящего момента.

2.5. Метрологические характеристики и классификация весоизмерительных приборов.

2.6. Измерения линейно-угловых величин. Классификация средств линейно-угловых измерений.

2.7. Поверочное оборудование и поверка средств измерений механических величин. Контроль размеров. Испытания на внешнее воздействие.

**3. Основы метрологического обеспечения**

3.1. Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность технических устройств.

3.2. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения, единицы величин. Средства и методики выполнения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка и сертификация средств измерений.

3.3. Сущность методологии проведения метрологического сопровождения и метрологической экспертизы технических объектов. Основные направления их совершенствования.

**Рекомендованная литература для профиля 05.11.01 «Приборы и методы измерения (по видам измерений)» (механические величины)**

1. Клаасен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. М.: Постмаркет, 2000.
2. Кузнецов В.А., Ялунина Т.В. Общая метрология. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоиздат, 1991.
4. Датчики: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука, Москва: Техносфера, 2012.- 624 с., ISBN 978-5-94836-316-5
5. Современные датчики : справочник / Дж. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной под ред. Е. Л. Свинцова .— М. : Техносфера, 2005 . - 588 с. : ил. - (Мир электроники. VII, 09) .- Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-94836-050-4 .- ISBN 0-387-00750-4 ((англ.)).
6. Физические основы получения информации : рек. УМО вузов по образованию в обл. приборостр. и оптотехники в качестве учебного пособия для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направл. "Приборостр." и приборостр. спец-стям / В. Ю. Шишмарев .— М. : Издательский центр "Академия", 2010 .— 446, [2] с. : ил. — (Высшее профессиональное образование, Приборостроение) .— Библиогр.: с. 442-443 .— ISBN 978-5-7695-5713-2.

**Дополнительная литература:**

1. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. М.: Наука, 1988.
2. Электрические измерения неэлектрических величин, под ред. П.В. Новицкого. М.: Энергия, 1975.
3. Исаев Л.К., Малиновский В.Д. Обеспечение качества: стандартизация, единство измерений, оценка соответствия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.

**Профиль подготовки 05.11.01 «Приборы и методы измерения (оптические величины)»**

**1. Основы метрологии**

1.1. Предмет и задачи метрологии. Важнейшие термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Международная система единиц (СИ).

1.2. Средства измерений. Измерительные аналоговые и цифровые преобразователи. Исходные (эталонные) средства измерений. Рабочие средства измерений. Нормирование метрологических характеристик и классы точности.

1.3. Эталоны. Общие понятия. Государственные эталоны первичные и специальные. Вторичные эталоны (эталоны-копии, сравнения и рабочие).

1.4. Методы и принципы измерений. Виды методов измерений.

1.5. Общие требования к измерениям. Анализ постановки измерительной задачи. Выбор средств и методов измерений. Выбор числа измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей.

1.6. Прямые и косвенные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.

1.7. Погрешности измерений. Виды погрешностей измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режимах. Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих. Расчет динамических погрешностей измерительных устройств.

1.8. Обработка результатов измерений. Обработка нормального распределения данных. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов косвенных, совместных, совокупных измерений.

1.9. Обеспечение единства измерений. Стандартные образцы. Калибровка средств измерений.

**2. Методы и средства измерений**

2.1. Природа света. Электромагнитный спектр. Поляризация света. Закон Брюстера. Измерение коэффициента преломления оптического материала с помощью закона Снеллиуса и формул Френеля.

2.2. Планарный волновод. Полное внутреннее отражение. Числовая апертура. Моды волновода. Измерение постоянных распространения в планарных волноводах призменным методом.

2.3. Оптическое волокно, его структура и основные характеристики. Одномодовое и многомодовое оптическое волокно. Оптическое волокно с двулучепреломлением. Методы измерения потерь, дисперсий и длины биения в оптических волокнах.

2.4. Двухлучевая интерференция (Интерферометр Майкельсона и Маха-Цендера). Видность и ширина полосы интерференционной картины. Временная и пространственная когерентность. Методы измерения временной когерентности двухлучевыми интерферометрами.

2.5. Интерференция на плоскопараллельной пластине. Интерференция на клине. Кольца Ньютона. Опыт Юнга. Интерферометрические методы измерения пространственной когерентности.

2.6. Интерферометр Фабри-Перо. Измерение спектра излучения лазеров с помощью сканирующего интерферометра Фабри-Перо.

2.7. Эффект Саньяка. Устройство и принцип работы интерферометра Саньяка. Измерение угловой скорости вращения с помощью фазового волоконно-оптического гироскопа. Измерение угла поворота объекта с помощью лазерного гироскопа.

2.8. Электрооптический эффект Поккельса. Электрооптический эффект Керра. Магнитооптический эффект Фарадея. Использование электрооптического и магнитооптического эффектов для модуляции амплитуды, фазы и частоты оптического излучения.

2.9. Понятие дифракции. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Дифракция на двух щелях. Дифракционная решетка. Схема Черни-Тёрнера. Методы и средства измерения оптического спектра.

2.10. Волоконные брэгговские решетки. Методы и средства регистрации центральной длины волны отражения волоконной брэгговской решетки. Волоконно-оптические датчики на основе решеток Брэгга.

2.11. Волоконно-оптические датчики на эффектах рэллеевского, рамановского рассеяния оптического излучения и рассеяния Мандельштама-Бриллюэна.

**3. Основы метрологического обеспечения**

3.1. Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность технических устройств.

3.2. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения, единицы величин. Средства и методики выполнения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка и сертификация средств измерений.

3.3. Сущность методологии проведения метрологического сопровождения и метрологической экспертизы технических объектов. Основные направления их совершенствования.

**Рекомендованная литература для профиля 05.11.01 «Приборы и методы измерения (оптические величины)»**

1. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. М.: Наука, 1988.
2. Исаев Л.К., Малиновский В.Д. Обеспечение качества: стандартизация, единство измерений, оценка соответствия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоиздат, 1991.
4. Явелов, И. С. Волоконно-оптические измерительные системы. Прикладные задачи / И. С. Явелов, С. М. Каплунов, Г. Л. Даниелян, Рос. акад. наук, Ин-т машиноведения им. А. А. Благонравова ; Ред. С. М. Каплунов. – М. : Регулярная и хаотическая динамика ; Ижевск : Ин-т компьют. исслед., 2010 .С – 267 с.
5. Салех, Бахаа Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения Fundamentals of photonics : в 2 т. : [учебное пособие] / Б. Е. А. Салех, М. К. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова .— Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2012.Т. 2 .— 780 с.
6. Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство — 2-е изд. — М. : Инфра-Инженерия, 2015 .— 302 с.
7. Бутиков, Е.И. Оптика: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с.
8. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учебное пособие / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 564 с.

**Дополнительная литература:**

1. Стандарты частоты и времени на основе квантовых генераторов и дискриминаторов, под ред. Б.П. Фатеева. М.: Сов. Радио. 1978.
2. Кузнецов В.А., Ялунина Т.В. Общая метрология. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. Ероньян М. А. Нанотехнология одномодовых фоторефрактивных оптических волокон, сохраняющих поляризацию: учебное пособие/ М. А. Ероньян, И. К. Мешковский; М-во образования и науки РФ, СПбНИУ ИТМО, [Каф. световод. фотоники].- СПб.: НИУ ИТМО, 2014.- 43 с.
4. Ероньян М. А. Основы нанотехнологии анизотропных одномодовых волоконных световодов: учебное пособие/ М. А. Ероньян, И. К. Мешковский; М-во образования и науки РФ, СПбНИУ ИТМО, Каф. ФиТОС.- СПб.: НИУ ИТМО, 2014.- 80 с.
5. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие / А. Н. Игнатов .— Москва : Лань, 2011 .— 538 с.
6. Черненко В.Д. Оптомеханика волоконных световодов: Учебное пособие – СПб. : Политехника, 2010 .— 289 с.
7. Кирилловский, В.К. Современные оптические исследования и измерения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 304 с.
8. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Оптика: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2011. — 320 с.
9. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения: Учебное пособие по лабораторному практикуму. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 117 с.
10. Сидоров А.И., Никоноров Н.В. Материалы и технологии интегральной оптики. Учебное пособие.2009г. СПб, НИУ ИТМО
11. Варжель С.В. Волоконные брэгговские решетки: учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. – 65 с.
12. Кульчин, Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем/ Ю.Н. Кульчин. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2016. — 440 с.

# **Профиль подготовки 05.11.03 «Приборы навигации»**

1. Форма и размеры Земли. Геоид, эллипсоиды вращения. Основные направления на земной поверхности. Линии пути. Основные системы координат, используемые в навигации объектов, движущихся вблизи поверхности Земли. Гравитационное поле Земли.
2. Навигационные параметры и параметры ориентации объектов, движущихся вблизи поверхности Земли. Параметры ориентации: углы Эйлера, Крылова, направляющие косинусы, параметры Родрига-Гамильтона, кватернионы. Их взаимосвязь.
3. Метод счисления координат местоположения объекта. Первичные навигационные измерения. Уравнения (алгоритм) метода определения географических и декартовых координат.
4. Инерциальный метод навигации. Первичные навигационные измерения. Основные положения. Алгоритмы решения задач ориентации и навигации.
5. Методы спутниковой навигации. Первичные навигационные измерения. Алгоритм решения навигационной задачи.
6. Методы и средства подземной навигации. Понятия о методах геофизических исследований в скважинах.
7. Метод навигации по геофизическим полям.
8. Классификация гироскопических чувствительных элементов. Трехстепенной гироскоп. Нутационное и прецессионное движения.
9. Принцип действия кольцевого оптического квантового генератора. Применение его в лазерных гироскопах. Принципиальная схема лазерного гироскопа (ЛГ). Его выходные характеристики. Современное состояние ЛГ.
10. Принципиальная схема волоконно-оптического гироскопа (ВОГ). Ее работа. Выходные характеристики, чувствительность ВОГ. Модель дрейфа ВОГ.
11. Назначение, конструктивные схемы и принципы действия микромеханических гироскопов (ММГ). Функциональная схема ММГ. Основные характеристики. Современное состояние.
12. Электростатические гироскопы (ЭСГ). Особенности построения ЭСГ с бескарданным съемом информации. Модель дрейфа бескарданного ЭСГ.
13. Элементы гироскопических устройств (арретиры, демпферы, токоподводы).
14. Принципиальная схема гироазимута (ГА). Модель погрешностей ГА. Их анализ.
15. Принципиальные схемы гировертикалей с пропорциональной и интегральной коррекцией. Модель погрешностей гировертикали. Их анализ.
16. Гирокомпасы (ГК). Принцип действия. Модель погрешностей ГК и их анализ. Современное состояние.
17. Классификация инерциальных навигационных систем (ИНС). Современный мировой уровень развития ИНС и инерциальных элементов.
18. Алгоритмы решения задач ориентации и навигации в платформенных ИНС и в БИНС на датчиках угловой скорости типа ВОГ.
19. Алгоритмы решения задачи ориентации в БИНС на позиционных гироскопах типа ЭСГ.
20. Модели погрешностей БИНС в выработке параметров ориентации и навигационных параметров подвижного объекта. Анализ устойчивости контура вертикали БИНС. Собственные частоты, аналитические решения.
21. Демпфирование собственных колебаний и коррекция погрешностей БИНС по внешней информации.
22. Основные конструктивные особенности гироскопических чувствительных элементов. САПР OrCAD. Состав, назначение, выполняемые функции.
23. Конструкции волоконно-оптических гироскопов. Методы компенсации влияния температурных и вибрационных воздействий.
24. Понятие динамической модели в пространстве состояния. Классификация динамических систем. Основные функции (передаточная и весовая функция, частотная характеристика), используемые при описании линейных систем. Связь между этими функциями.
25. Случайные процессы, их основные характеристики. Корреляционная функция, спектральная плотность случайного процесса.
26. Вариации Алана и их использование в задачах обработки навигационной информации.
27. Формулировка постановки задачи оценивания с использованием метода наименьших квадратов (МНК). Решение задачи оценивания постоянной величины и амплитуды гармонического сигнала с использованием МНК.
28. Формулировка постановки задачи дискретной линейной фильтрации. Алгоритм ее решения с помощью фильтра Калмана. Понятие установившегося режима в задаче фильтрации. Фильтр Винера и его связь с фильтром Калмана.
29. Общая характеристика методов обсерваций, история создания и основные параметры СНС GPS, ГЛОНАСС. Уравнения связи первичных навигационных измерений и искомых координат места объекта в задаче обсервации по астроориентирам и навигационным спутникам систем GPS, ГЛОНАСС.
30. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации. Структура построения по слабосвязанной и по сильносвязанной схеме.

**Профиль подготовки 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»**

* + - 1. Идеальная оптическая система. Линейное, угловое, продольное увеличение. Кардинальные точки и отрезки. Матрица преобразования оптической системы: общий вид, геометрический смысл, матрицы преломления и переноса. Ограничение пучков лучей в реальных оптических системах.
      2. Аберрации. Формы представления аберраций. Взаимосвязь аберраций. Монохроматические аберрации тонкой линзы. Хроматические аберрации тонкой линзы.
      3. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Формулы Френеля.
      4. Описание световых волн. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение.
      5. Комплексный показатель преломления. Коэффициент экстинкции. Закон поглощения Бугера-Ламберта. Связь дисперсии показателя преломления и поглощения света. Соотношения Крамерса-Кронига.
      6. Эллипсоид показателей преломления. Одноосные и двуосные кристаллы. Двулучепреломление света. Особенности отражения световых волн от анизотропных сред. Отражение от плоского зеркала. Отражение от двух плоских зеркал.
      7. Интерференция и дифракция оптического излучения. Условия возникновения. Математическое описание. Интерференционные и дифракционные методы исследований.
      8. Оптическая элементная база: линзы, зеркала, плоскопараллельные пластинки, призмы. Специальные оптические элементы.
      9. Классификация источников оптического излучения. Основные параметры источников оптического излучения. Модели источников.
      10. Естественные источники излучения, их параметры и характеристики. Технические источники света, их параметры.
      11. Принципы действия светодиода, суперлюминесцентного диода и лазерного диода. Ватт-амперные характеристики полупроводниковых излучателей, их спектры, влияние температуры на спектр и мощность излучения.
      12. Классификация приемников оптического излучения. Основные параметры приёмников оптического излучения.
      13. Принцип действия приёмников оптического излучения: радиационных термоэлементов, болометров и калориметров, пироэлектрических приёмников.
      14. Принципы действия приёмников оптического излучения на внутреннем фотоэффекте. Полупроводниковые pin- и лавинные фотодиоды. Коэффициент лавинного умножения. Источники шумов в полупроводниковых фотодиодах.
      15. Энергетические и световые величины и их взаимосвязь.
      16. Когерентность. Временная и пространственная когерентность, способы их измерения.
      17. Поляризация оптического излучения, способы её измерения, применение.
      18. Элементы оптики полупроводников. Структура энергетических зон кристаллов. Зоны Бриллюэна. Оптические переходы в чистых и примесных кристаллах.
      19. Распространение излучения в оптических волноводах. Условие волноводного распространения. Одномодовый и многомодовый режимы. Применение оптических волноводов.
      20. Пространственная и временная когерентность излучения лазера. Одно и многомодовый режим излучения лазера. Предельная пространственная когерентность излучения одномодового лазера.
      21. Основные достоинства лазерного излучения и его возможности. Степень монохроматичности, время когерентности и длина когерентности лазерного излучения. Временные режимы работы лазеров, особенности этих режимов.
      22. Виды оптических переходов в атомах и молекулах Условие усиления оптического излучения в веществе.
      23. Основные элементы лазера и их назначение. Показатель усиления активной среды. Явление насыщения усиления.
      24. Оптический резонатор лазера, классификация резонаторов, диаграмма устойчивости оптического резонатора.
      25. Излучение и поглощение оптического излучения плазмой. Виды электрического разряда в плазме. Лазерная плазма и оптический пробой газов.
      26. Классификация лазеров. Основные характеристики и особенности.
      27. Оптический сигнал и его преобразование. Преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Примеры преобразования Фурье.
      28. Дифракционная структура изображения. Безаберрационная оптическая передаточная функция. Безаберрационная функция рассеяния точки.
      29. Основы голографии. Уравнения Габора. Виды голограмм. Метод Ю.Н. Денисюка.
      30. Оптические контрольно-измерительные и метрологические системы и устройства. Принцип действия. Основные характеристики. Ограничения применения.

# **Профиль подготовки 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»**

1. Общая характеристика и классификация объектов контроля: веществ, материалов, изделий, природной среды. Вещества, агрегатные состояния веществ: газы, жидкости, твердые вещества.
2. Общие сведения о физических и физико-химических свойствах веществ как объектов контроля. Материалы, общие представления о структуре металлических и неметаллических материалов и их механических и химико-физических свойствах.
3. Общая характеристика природной среды как объекта экологического контроля. Природные и антропогенные экологические факторы. Основные источники загрязнения.
4. Виды технического контроля. Методики выполнения измерений. Выбор средств контроля. Источники погрешностей контроля. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля.
5. Предмет и задачи метрологии. Физические величины, единицы величин, системы единиц физических величин. Размерности величин и единиц, анализ размерности. Классификация измерений, виды и методы измерений. Погрешности измерений, классификация погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Типовые законы распределения погрешностей измерений. Численные характеристики погрешностей измерений, интервальные характеристики погрешностей. Погрешности прямых, косвенных и совокупных измерений.
6. 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. Статические и динамические характеристики СИ, математические модели этих характеристик. Информационные характеристики СИ. Погрешности СИ в статике и динамике. Подготовка измерительного эксперимента. Технические измерения с однократными и многократными наблюдениями. Обработка и представление результатов наблюдений.
7. Упругие свойства твердых тел. Диаграмма деформация-напряжение. Упругие и пластические деформации. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Основные виды ультразвуковых преобразователей. Важнейшие пьезоэлектрические материалы и их характеристики.
8. Ультразвуковой эхо-метод и его основные характеристики: чувствительность, лучевая и фронтальная разрешающая способность, мертвая зона. Основные формы импульсов, применяемых в акустической аппаратуре. Ультразвуковые импульсные толщиномеры.
9. Основы теории виброизмерительных приборов. Виброизмерительные приборы инерционного действия, режим работы, области рабочих частот, характерные погрешности. Бесконтактные преобразователи вибрации. Характерные погрешности измерения. Наиболее распространенные типы электроизмерительных преобразователей, используемых в датчиках вибраций.
10. Физические основы капиллярного контроля, технология контроля. Основные дефектоскопические материалы: проникающие жидкости, проявители, очистители. Аппаратура для цветного и люминесцентного контроля.
11. Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма. Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции. Магнитная дефектоскопия. Связь магнитных свойств с химическим и структурным состоянием материала. Магнитные толщиномеры.
12. Отражение и преломление света на границе двух сред. Формулы Френеля. Оптическое излучение в среде с дисперсией. Уравнения Максвелла. Фотометрические величины. Светотехнические величины и их связь с фотометрическими.
13. Физическая природа оптических явлений, используемых для контроля: дифракция, интерференция, рассеяние света, фотоэффект. Поляризация и способы ее измерения, как скалярной величины.
14. Естественные источники излучения, их параметры и характеристики. Технические источники света. Методика расчета их параметров. Классификация приемников оптического излучения.
15. Принцип действия приемников оптического излучения: на внутреннем фотоэффекте, радиационных термоэлементов, болометров и калориметров, пироэлектрических приемников. Основные параметры приемников оптического излучения: пороговые, шумовые, частотные, временные, спектральные, пространственные, вольт-амперные.
16. 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: рентгеноаппараты, линейные ускорители, бетатроны, микротроны, радиоактивные изотопы. Методы регистрации излучения: фотопленка и усиливающие экраны, ксерография, сцинтилляционные счетчики. Рентгенооптические преобразователи.
17. Основы методики радиационного контроля. Области применения. Выбор источников энергии излучения и методов регистрации. Геометрия просвечивания, выбор оптимального фокусного расстояния, факторы, влияющие на контрастность снимков. Компенсаторы. Определение размера и положения дефекта. Радиография. Стереорентгенография. Принципы компоновки устройств, реализующих радиографический и рентгенотелевизионный методы дефектоскопии. Аппаратура для контроля нейтронным излучением и заряженными частицами. Радиационные толщиномеры. Компьютерная томография.
18. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Термоэлектрические и жидкокристаллические преобразователи. Приемники инфракрасного излучения. Принципы построения пирометров: радиационных, яркостных, частичного измерения, цветовых. Тепловизоры, их устройство и применение.
19. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Основные характеристики испытаний, чувствительность, диапазон выявляемых течей. Разновидности течеискателей и способы их применения. Способы калибровки приборов.
20. Измерение электрического сопротивления. Методы переменного и постоянного токов. Приборы для контроля дефектов и химического состава, основанные на измерении электросопротивления, тангенса угла потерь, диэлектрической постоянной.
21. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей, их конструкция, область применения. Годографы для основных типов преобразователей. Анализ влияния электропроводности, магнитной проницаемости и зазора преобразователь-изделие с помощью годографа.
22. Способы разделения информации: амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, переменно-частотный. Факторы, мешающие контролю; способы отстройки от них.
23. Электрохимические методы и приборы контроля состава жидкостей: кондуктометрические (контактные и бесконтактные), диэлькометрические, полярографические и др. Физико-химические основы методов.
24. Потенциометрические анализаторы, теоретические основы метода. Электродная система pН-метра, измерительная схема рН-метра. Определение координат изопотенциальной точки, схемы температурной компенсации. Приборы для измерения рН. Ионоселективные электроды, иономеры. Автоматическое титрование. Кривые титрования. Схемы титрометров дискретного и непрерывного действия.
25. Радиоизотопные аналитические методы и приборы: ионизационные, активационные, абсорбционные, по рассеиванию излучения и др. Их особенности, типовые структурные схемы, области применения.
26. Оптические методы и приборы контроля состава жидкостей. Фотометрические дисперсионные и недисперсионные анализаторы. Абсорбционные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Турбодиметрические и фотоколориметрические анализаторы.
27. Хроматографический метод анализа. Приборы и методы контроля влажности газов: психрометрический, точка росы, сорбционные и др.
28. Оптические приборы и методы газового анализа: абсорбционные и эмиссионные. Тепловые приборы и методы газового анализа. Магнитные газоаналитические приборы.
29. Электрохимические приборы и методы газового анализа. Ионизационные газоанализаторы.
30. Классификация методов контроля параметров природной среды. Технические средства мониторинга воздушной среды, водной среды и почв: газоанализаторы, анализаторы жидкостей, анализаторы твердых и сыпучих веществ. Методическое и техническое обеспечение аналитической аппаратуры универсального назначения: атомная и молекулярная спектрофотометрия, газовые и жидкостные хроматографы.

# **Профиль подготовки 05.11.14 «Технология приборостроения»**

1. Получение заготовок и деталей приборов литьем.
2. Получение заготовок и деталей приборов различными методами обработки давлением.
3. Получение заготовок и деталей приборов с помощью порошковой металлургии.
4. Технологические, экономические и экологические аспекты обработки заготовок резанием.
5. Тепловые явления в процессе резания и влияние СОЖ на точность и качество обработанных поверхностей.
6. Износ и стойкость режущих инструментов, причины износа, критерии износа.
7. Возможности различных способов обработки резанием в достижении геометрической точности и качества обработанных поверхностей.
8. Основные особенности, назначение и возможности электрофизических и электрохимических методов обработки.
9. Новые технологии в области обработки резанием и ЭФЭХ-методов.
10. Погрешности в процессе обработки заготовок: классификация, причины возникновения и их определение.
11. Технологические возможности повышения геометрической точности деталей приборов.
12. Взаимосвязь жесткости элементов технологической системы, точности и производительности изготовления деталей приборов.
13. Оптимизация микрогеометрии поверхностей и эксплуатационные свойства деталей приборов.
14. Базы и базирование в приборостроении: сущность, классификация баз и их использование.
15. Принципы совмещения (единства) и постоянства баз, их сущность и последствия пренебрежения ими.
16. Классификация технологических процессов изготовления деталей приборов и их характеристика.
17. Содержание технологической подготовки производства приборов.
18. Типы производств и их характеристика.
19. Принципы и последовательность проектирования техпроцессов изготовления деталей приборов.
20. Оформление технологических процессов.
21. Сборка приборов, организационные формы сборки и их характеристика.
22. Методы решения сборочных размерных цепей.
23. Автоматизация сборки и ее проблемы.
24. Назначение и классификация станочных приспособлений.
25. Структура станочных приспособлений и принципы их проектирования.
26. Расчеты, связанные с точностью приспособлений.
27. Расчеты, связанные с закреплением заготовок в приспособлениях.
28. Перспективы развития ТПС.

# **Профиль подготовки 05.11.17 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения»**

Список вопросов на вступительном экзамене:

1. Измерения и их элементы: физические величины, единицы, средства измерений, методы измерений, результат измерений и погрешность. Международная система единиц (СИ).
2. Средства измерений: виды средств измерений, параметры средств измерений и эталоны.
3. Погрешности измерений: случайные и систематические, статистические и динамические, грубые. Способы обнаружения погрешностей, введение поправок.
4. Национальная и международная метрология и стандартизация. Метрическая конвенция. Законодательная метрология. Обеспечение единства измерений и достоверность результатов измерений. Национальная и глобальная система измерений. Поверка средств измерений медицинского назначения и испытания с целью утверждения их типа.
5. Основные положения государственной системы стандартизации ГОСТ; научная база стандартизации; определение оптимального уровня унификации и стандартизации; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.
6. Классификация систем. Способы описания систем. Основные функциональные характеристики сложных систем. Рассмотрение организма с позиции системного анализа.
7. Источники и происхождение биологических сигналов. Средства управления состоянием организма.
8. Биотехнические измерительно-вычислительные системы медицинского назначения, мониторные системы, системы лечебно-терапевтического назначения; системы временного и длительного замещения функций живого организма; биотехнические системы управления состоянием и поведением живого организма.
9. Роль измерения в медико-биологической практике; источники погрешностей; методы диагностических исследований; пассивные методы; исследования механических, электрических, магнитных свойств организмов и тканей, биоэлектрических потенциалов; методы регистрации полей (фотометрические, биологическая интроскопия); аналитические исследования.
10. Методы обработки биомедицинских сигналов и данных. Классификация, источники и характеристики сигналов и данных. Общая характеристика и модели экспериментальных данных и сигналов, числовых массивов, изображений.
11. Статистические методы анализа данных. Основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация; алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений.
12. Томографические методы. Виды томографии. Прямая и обратная томографические задачи. Преобразование Фурье и преобразование Радона в задачах томографии.
13. Применение методов моделирования в медицинских исследованиях и при проектировании медицинской техники. Параллельные системы и алгоритмы обработки данных. Имитационные модели процессов систем, критерии оценки и прогнозирования состояния объекта, информационно-аналитические базы данных, подсистемы принятия решений и выработки оптимальных управляющих воздействий.
14. Приборы, устройства для регистрации и анализа биопотенциалов сердечно-сосудистой системы. Комплекс приборов для электрокардиографии, фонокардиографии, реографии и векторкардиографии. Системы отведений биосигналов.
15. Приборы для измерения электрической активности мозга. Параметры сигналов, системы отведений, методы обработки сигналов. Диагностические возможности.
16. Приборы для измерения звуковой активности. Приборы для измерения кровенаполнения, давления и скорости кровотока пульса и акустических шумов.
17. Ультразвуковая аппаратура. Разрешающая способность приборов для ультразвуковой диагностики. Пути повышения информационности ультразвуковых приборов.
18. Приборы электронной и физической оптики. Телевизионная, инфракрасная и лазерная медицинская техника. Методы и техника клинической термографии. Электронная микроскопия.
19. Радиоизотопная аппаратура. Методы применения радиоактивных изотопов для диагностических исследований. Методы регистрации ионизирующих излучений: ионизационные, сцинтилляционные, фотохимические.
20. Магнитно-резонансная томография и спектроскопия. Основные подсистемы магнитно-резонансного томографа и их роль в формировании изображения.
21. Рентгеновская компьютерная томография. Шкала Хаунсфилда. Спиральная компьютерная томография. Мультиспиральная компьютерная томография.
22. Аппаратура для терапии. Классификация по действующему физическому фактору.
23. Терапевтические ультразвуковые приборы и аппараты. Аппаратура УВЧ-терапии.
24. Высокочастотная электрохирургия. Резание и коагуляция мягких тканей. Особенности электрохирургических аппаратов.
25. Имплантируемые и наружные кардиостимуляторы, приборы и системы контроля их работы.
26. Материалы медицинского назначения. Генерализованное влияние биоматериалов на организм. Влияние организма на биоматериалы. Биосовместимость.
27. Биотехнические системы для лабораторного анализа. Структура и функции лабораторных служб. Физические и физико-химические свойства биосубстратов. Основные источники аналитических материалов. Технологические операции и схемы выполнения исследований в лабораторной практике. Методы оптимизации технологических схем лабораторных экспериментов.
28. Медицинские информационные технологии (МИТ) и телемедицина. Основные задачи МИТ. Методы и средства обеспечения информационной и программной совместимости медицинских программных продуктов. Интеграция различных АРМ в единую информационную систему. Методы комплексного использования приборов, измерительных систем и МИТ. Критерии оценки эффективности МИТ.
29. Искусственный интеллект в медицинской диагностике. Анализ состояния, проблемы и перспективы развития

**Рекомендованная литература для профиля 05.11.17 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения»**

1. Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х томах. 944 стр., 2004 г.

2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / Пер. с англ. М.: Практика, 1998.

3. Воробъева Е.А. и др. Анатомия и физиология. –М.: Медицина. 1988. –432 с.

4. Технические средства медицинской интроскопии. Под ред. Леонова Б. И., 1989.

5. Теория и проектирование диагностической электронно-медицинской аппаратуры. Уч.

Пособие// Ахутин В.М. и др. -Л.: Изд-во Лениградского университета. -1994.

6. Рангарадж М. Рангайян Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. – М.:

Физматлит, 2007.

7. Дюк В., Эммануэль В. Информационные технологии в медико-биологических

исследованиях. СПб.: Питер, 2003. - 528 с..

8. Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Общая метрология. М.: Изд-во стандартов, 2001

9. Кореневский Н.А., Попечителев Е.П. Проектирование электронной медицинской

аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий. Курск; СПб., 1999.

10. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П.. Медицинская радиология. Учебник для студентов.

– М. Медицина. – 2000.

11. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии. — М.: Мир, 1990. — 288 с.

12. Хермен Г. Восстановление изображений по проекциям: Основы реконструктивной томографии. — М.: Мир, 1983. — 352 с.

13. Хорнак Дж. П. Основы МРТ (1996—1999) https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm

14. Г.А. Бледжянц, М.А. Саркисян, Ю.А. Исакова, Н.А. Туманов, А.Н. Попов, Н.Ш. Бегмуродова. Ключевые технологии формирования искусственного интеллекта в медицине. Ремедиум. Журнал о рынке лекарств и медицинской техники. 2015;(12):10-15. DOI:10.21518/1561-5936-2015-12-10-15