

**ПРОГРАММА**  
**вступительных испытаний в магистратуру**  
**в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»**  
  
**на магистерскую программу «Цифровые лазерные и аддитивные**  
**технологии» (15.04.01.02) по направлению 15.04.01 «Машиностроение»**

Целью вступительного экзамена является установление уровня подготовленности выпускника высшего учебного заведения (бакалавра или специалиста) для продолжения образования в магистратуре по выбранному направлению подготовки в соответствии с требованиями образовательного стандарта.

К вступительному экзамену допускается лицо, завершившее теоретическое и практическое обучение по основной образовательной программе по аккредитованному направлению подготовки (специальности) высшего профессионального образования, разработанной высшим учебным заведением в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Экзамен проверяет состояние развития выпускников, их способность к анализу и синтезу, умение использовать основные понятия, законы и модели для описания теоретических и прикладных вопросов. Экзамен проводится в письменной форме.

Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса. Первый вопрос касается проверки теоретических знаний абитуриента из области физики лазеров и оптики, теплофизики и механики сплошной среды. Вопрос может быть сформулирован в виде задачи. Теоретический вопрос посвящен одному из следующих разделов:

**Физика лазеров. Разделы:**

Задачи, решаемые объективами лазерных технологических установок (ЛТУ) и типы используемых объективов. Область использования зеркальных объективов в ЛТУ и их форма поверхности. Область использования однолинзовых объективов в ЛТУ. Сферическая аберрация однолинзовых объективов и способ её минимизации. Адаптивные оптические системы и их применение в лазерной технике.

Принципиальная схема лазера и задачи, решаемые его элементами. Оптический резонатор лазера, пороговое условие генерации непрерывного лазера с двухзеркальным резонатором. Диаграмма устойчивости

двухзеркального резонатора. Области использования устойчивых и неустойчивых резонаторов.

Лазерный пучок, как узконаправленная световая волна: Волновая природа света. Параметры монохроматической волны. Векторный характер светового поля. Описание состояний поляризации лазерного пучка. Методы трансформации поляризации лазерного пучка. Фазовые пластинки. Подавление отраженного света от обрабатываемого изделия в ЛТУ.

Принцип работы просветляющих покрытий оптических элементов. Принцип работы многослойных диэлектрических зеркал лазеров. Угол Брюстера и использование этого явления в лазерах. Брэгговские зеркала и их использование в лазерах на оптоволокне. Явление полного внутреннего отражения. Оптическое волокно и области его применения. Основные параметры оптического волокна: числовая апертура, окна прозрачности, одномодовые и многомодовые волокна.

Свойства вынужденного излучения света. Условие возникновения усиления света за счёт вынужденного излучения. Насыщение усиления усиливающей среды и оценка максимальная мощности, снимаемой с единичного объёма усиливающей среды в стационарном режиме. Зависимость выходной мощности лазера от мощности накачки. Схемы накачки активной среды.

Пространственные характеристики пучков: Зависимость размера сфокусированного пятна от угловой расходимости лазерного пучка. Гауссовский пучок и его параметры. Параметры, описывающие качество реального лазерного пучка.

***Рекомендуемая литература:***

1. Принципы лазеров / Орацио Звелто — СПб. [и др.] Лань, 2008
2. Сивухин Д.В. Оптика: Учебное пособие. 2013

***Примеры вопросов:***

1. Параметры гармонической волны. Волновая природа света. Описание плоской световой волны в трёхмерном пространстве. Энергетические характеристики световой волны.
2. Описание состояний поляризации монохроматической световой волны. Преобразование состояний поляризации этой волны пластинками.
3. Метод подавление отраженного света от обрабатываемой детали, основанный на поляризации лазерного излучения.
4. Картина взаимодействия света с веществом. Свойства спонтанного и вынужденного излучения.
5. Условие усиления света в активной среде. Пороговое условие возникновения генерации. Принципиальная схема лазера.
6. Насыщение усиления. Стационарные режимы работы однопроходового лазерного усилителя.

7. Связь максимальной мощности, снимаемой с единичного объёма усиливающей среды с интенсивностью насыщения и коэффициентом усиления слабого сигнала в стационарном режиме. Зависимость выходной мощности от мощности накачки.
8. Методы возбуждения лазеров. Схемы накачки. Трёхуровневая схема накачки. Четырёхуровневая схема накачки.
9. Гауссовский пучок. Изменение ширины пучка и радиуса кривизны его волнового фронта в процессе распространения.
10. Угловая расходимость гауссовского пучка. Фокусировка Гауссовского пучка. Длина и диаметр перетяжки фокусируемого гауссовского пучка.
11. Пространственные характеристики пучка. Использование метода моментов при описании пространственных характеристик реальных оптических пучков.
12. Пространственные параметры пучков, используемые производителями

### **Основы теплофизики и механики сплошных сред. Разделы:**

*Механика сплошных сред:* Уравнение непрерывности. Невязкая жидкость. Уравнение Эйлера. Вязкая жидкость. Уравнение Навье-Стокса. Понятие о характеристических числах. Число Рейнольдса. Идеальная жидкость. Уравнение течения идеальной жидкости. Пограничные слои.

*Основы теории теплопереноса.* Виды теплопереноса. Понятие теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность металлов. Конвекция, излучение. Уравнение конвективного теплопереноса и его решение. Число Пекле. Уравнение теплопроводности. Метод функции Грина для решения уравнения теплопроводности. Метод тепловых источников. Классификация тепловых источников. Расчетные схемы.

*Основы массопереноса:* Диффузия в металлах. Коэффициент диффузии. Уравнение конвективной диффузии.

#### ***Рекомендуемая литература:***

1. Общий курс физики : [в 5 т.] : учебное пособие для физических специальностей вузов / Д. В. Сивухин .— Изд. 4-е, стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ : Изд-во МФТИ, 2005
2. Гидродинамика / под ред. Л. П. Питаевского — , 2003

#### ***Примеры вопросов:***

1. Уравнение непрерывности, несжимаемая жидкость
2. Уравнение Эйлера, идеальная жидкость, потенциальное течение.
3. Уравнение Бернулли
4. Вязкая жидкость и уравнение Навье-Стокса
5. Число Рейнольдса
6. Уравнение конвективного теплопереноса
7. Диффузия, коэффициент диффузии, уравнение конвективной диффузии

Второй вопрос экзаменационного билета касается проверки общеинженерной подготовки абитуриента в области нормативно-технической

документации и знаний принципов построения и чтения чертежей, объемных моделей, и посвящен одному из следующих разделов:

Комплекс стандартов ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов. Стадии разработки. Требования к текстовым документам. Общие правила оформления чертежей: форматы, основные надписи, шрифты, масштабы, линии. Основные правила выполнения чертежей. Изображения – виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Условности и упрощения. Графические обозначения материалов. Правила нанесения размеров.

Эскизирование деталей машин. Деталь изделия как основа для анализа ее геометрической формы и составления структурной схемы. Проектирование модели в виде композиции частей изделия на основе его структурной схемы как связанной совокупности элементарных объемов. Формирование конструкторского документа на основе геометрической модели и снятой с детали размерно-числовой информации. Оформление конструкторского документа в соответствии с требованиями ЕСКД.

Резьба как форма и как элемент конструкции. Резьба на стержне и резьба в отверстиях. Классификация, термины, определения. Основные элементы и параметры резьбы. Виды резьб, условное обозначение резьбы и нанесение ее графического обозначения на чертеже изделия.

Разъемные и неразъемные соединения деталей машин. Типы разъемных соединений. Крепежные детали. Условные обозначения крепежных деталей. Упрощенные и конструктивные изображения крепежных деталей в разъемных соединениях. Изображение разъемных соединений на сборочных чертежах. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

Шероховатости поверхностей. Виды, обозначения.

Сборочный чертеж изделия. Сборочный чертеж как документ, устанавливающий требования к изготовлению сборочной единицы, контрольным операциям в процессе сборки, а также устанавливающий взаимосвязь отдельных частей сборочной единицы и способов соединения, входящих в нее деталей.

Оформление спецификации. Спецификация на сборочную единицу, как документ, содержащий перечень всех составных частей и конструкторских документов, относящихся к изделию.

Разработка рабочих чертежей на детали изделия по его сборочному чертежу. Чертеж сборочной единицы как основа для определения принципа работы устройства и взаимодействия отдельных его частей, а также как носитель информации о форме и размерах входящих в него деталей. Оформление конструкторских документов на детали в соответствии с требованиями ЕСКД.

***Рекомендуемая литература:***

1. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов высшего образования в машиностроении / А. А. Чекмарев .— Москва : ИНФРА-М, 2013 .— 394 с
2. ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
3. ГОСТ 2.103-2013 ЕСКД. Стадии разработки
4. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы
5. ГОСТ 2.118-2013 ЕСКД. Техническое предложение
6. ГОСТ 2.119-2013 Эскизный проект
7. ГОСТ 2.120-2013 Технический проект
8. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов
9. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы
10. ГОСТ 2.308-2011 ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
11. ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей
12. ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Изображения резьбы
13. ГОСТ 2.312-72 ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
14. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
15. ГОСТ 2.711-82 Схема деления изделия на составные части

***Примеры вопросов:***

1. Выберите правильное обозначение шероховатости поверхности из представленных на чертеже.
2. Дайте расшифровку условного обозначения сварного шва на чертеже.
3. Укажите стадии разработки документации
4. В какой последовательности указываются детали в спецификации?
5. Укажите правильное обозначение соответствующего вида допуска из представленных на чертеже.