

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Программа вступительного испытания**  
для абитуриентов, поступающих в БНТУ,  
для освоения содержания образовательной программы  
высшего образования II ступени  
**2017 год**

**Специальность**

1-38 80 02 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Минск 2017 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания составлена в соответствии с действующими типовыми учебными программами для реализации содержания образовательных программ высшего образования I степени.

В программу вступительного испытания включены темы, отражающие данные об этапах проектирования и изготовления новых оптических приборов; конструирование типовых узлов оптических приборов; устройство и принцип действия типовых оптических приборов. Идеальная оптическая система; ограничение пучков лучей в реальных оптических системах; аберрации оптических систем; расчет типовых оптических систем. Насыщение поглощения, насыщение усиления; непрерывный режим работы лазера; синхронизация мод; гауссов пучок; преобразование амплитуды: лазерное усиление. Теория оптико-электронных приборов; распространение оптического излучения в атмосфере; оптико-электронные приборы наблюдения; элементы оптико-электронных приборов. Условия применения лазерных технологий в промышленности; современные технологические лазеры; взаимодействие лазерного излучения с материалами; транспортировка и фокусировка лазерного излучения; лазерная обработка металлических конструкций; обработка лазерным излучением неметаллических материалов; взаимодействие лазерного излучения с биологической тканью; медицинские лазерные системы.

Цель вступительного испытания является определение у абитуриентов уровня знаний по основным разделам:

- конструирование оптических приборов;
- теория и расчёт оптических систем;
- лазеры и управление характеристиками лазерного излучения;
- проектирование оптико-электронных приборов;
- лазерные технологий в обработке материалов и медицине.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## Раздел 1. «Конструирование оптических приборов»

### Тема 1. Этапы проектирования и изготовления новых оптических приборов

Понятие и основные компоненты проектирования. Структурная схема последовательности проектирования. Техническое задание. Общие правила разработки, согласования и утверждения. Содержание основных разделов и пунктов. Построение модели проектируемого прибора или механизма. Аналитическая, физическая и комбинированная модели. Компьютерное 2-х и 3-х мерное моделирование оптических приборов и их узлов. Сквозное проектирование изделий на базе 3D-моделей, изготовление и контроль. Техническое предложение и его основные пункты. Эскизный проект. Виды и типы разрабатываемых схем. Оптическая принципиальная, кинематическая функциональная, электрическая соединений и др. схемы. Возможные варианты их компиляции. Проведение рабочих расчётов. Разработка рабочей конструкторской документации. Основные этапы работ на данной стадии. Составление технических условий. Изготовление опытного образца. Лабораторные и полевые испытания. Соответствие оптических приборов эргономическим и эстетическим показателям. Пути повышения данных показателей при конструировании. Отработка силуэта изделия на эстетичность. Конструирование и размещение органов управления прибора. Мнемоничность и безопасность управления. Правила и последовательность выполнения компоновки прибора. Этапы компоновки. Регулируемые и нерегулируемые установочные базы.

### Тема 2. Конструирование типовых узлов оптических приборов

Окуляры микроскопов. Окуляр Гюйгенса. Измерительный окуляр Гюйгенса. Компенсационный окуляр. Конструкции автоколлимационных окуляров со светоделителями в виде: куб-призмы и двух сеток; полупрозрачной пластинки и сетки (схема Гаусса) или сетки совмещённой с пластиной подсвеченной сбоку и имеющей грань под углом  $45^\circ$  (схема Аббе). Объективы киноаппаратов. Объективы фотоаппаратов с центральным затвором. Объективы дальномерных фотоаппаратов (модель «Индустар»). Сменные объективы фотоаппаратов (модель «Гелиос»). Фотографические объективы. Объективы аэрофотоаппаратов «Руссар». Проекционные и специальные объективы. Принцип действия дифференциальной резьбы. Револьверные механизмы объективов. Объективы микроскопов. Классификация по рабочей среде, по ходу лучей в оптической системе и длине тубуса. Способы крепления в тубусе. Иммерсионные объективы. Защитные и предохранительные устройства наведения. Конструкции объективов с коррекционной оправой и ирисовой апертурной диафрагмой. Типы ламп для осветителей. Устройства для юстировки и регулировки положения лампы в осветителе. Способы повышения освещенности объекта. Рабочая среда и область применения проекционных, спектральных и других ламп. Устройства крепления плоских зеркал с элементами высокоточной коррекции изображения по одной и двум координатам. Механизм пе-

реключения положения плоского прямоугольного зеркала. Устройства крепления дифракционных решёток и юстировки их положения в нескольких плоскостях. Механизмы смены светофильтров. Насадные, вкладывающиеся и встроенные светофильтры. Способы крепления, установки и переключения. Температурные компенсаторы. Принцип действия. Варианты конструктивного исполнения. Адаптивные системы компенсации погрешностей. Способы управления и коррекции изображения.

### **Тема 3. Устройство и принцип действия типовых оптических приборов**

Монокюляры и зрительные трубы видимого света. Конструкция зрительной трубы «Уикон». Бинокли призмённые, построенные по схеме Порро I-рода и II-рода, Roof, Аббе-Кенигена. Достоинства и недостатки конструкции. Варианты регулирования глазной базы. Ночные бинокли и очки ночного видения. Гранатомётные прицелы. Сменные ночные насадки. Устройство и принцип работы. Танковые прицелы с комбинированными каналами наблюдения. Устройство и принцип работы. Многоканальные приборы наблюдения. Телевизионный, тепловизионный и дальномерный канал. Оптические телескопы. Основные узлы и варианты компоновки. Азимутальная и экваториальная монтировка. Назначение, общая классификация и схемы построения телескопов. Основные элементы конструкции. Телескопы стационарного и переносного исполнения. Тепловизоры с линейным сканированием изображения объектов. Способы охлаждения тепловизионных приёмников. Принцип действия ПироЭОП. Области применения.

## **Раздел 2. «Теория и расчет оптических систем»**

### **Тема 1. Идеальная оптическая система**

Преломление и отражение лучей плоскими поверхностями. Полное внутреннее отражение и использование этого явление в призмах и световодах. Кардинальные элементы идеальной оптической системы. Расчет фокусного расстояния и заднего фокального отрезка в оптической системе с заданными конструктивными параметрами. Линейное, угловое, продольное увеличения идеальной системы. Связь между ними. Расчет линейного увеличения различными способами (инвариант Аббе, формулы Ньютона и Гаусса, уравнение нулевых лучей). Характеристики плоских отражательных призм. Развертка. Редуцирование призмы. Примеры с двумя и тремя отражениями. Плоскопараллельная пластина, удлинение, редуцирование. Расчет оптического клина. Оптическая сила и кардинальные элементы одиночных линз. Апланатические, концентрические телескопические линзы.

### **Тема 2. Ограничение пучков лучей в реальных оптических системах**

Апертурная и полевая диафрагма. Расчет апертуры и поля зрения в различных типах оптических систем. Расчет коэффициента пропускания и освещенности изображения в оптических системах.

### **Тема 3. Аберрации оптических систем**

Аберрации широкого пучка: сферическая и кома. Фигуры рассеяния. Графики аберраций. Аберрации узкого пучка: астигматизм, кривизна изображения, дисторсия. Фигуры рассеяния. Графики аберраций. Хроматические аберрации 1 порядка. Хроматизм положения, увеличения, вторичный спектр. Ахроматы. Апохроматы.

### **Тема 4. Расчет типовых оптических систем**

Оптическая сила глаза. Коррекция недостатков зрения. Расчет очковых линз. Бинокулярное и стереоскопическое зрение. Зрительная труба Кеплера и Галилея. Видимое увеличение, формулы связи полей зрения и апертур. Ограничение пучков лучей. Фокусировка окуляра. Сложные телескопические системы. Однокомпонентные и двухкомпонентные оборачивающие системы. Расчет коллектива из условия согласования зрачков. Оптическая система лупы. Понятие видимого увеличения. Ограничение пучков, расчет поля зрения из условия допустимого виньетирования. Оптическая схема микроскопа. Видимое увеличение, апертура, поле зрения. Характеристики микрообъективов и окуляров. Полезное увеличение микроскопа. Разрешающая способность. Иммерсионные микрообъективы. Глубина резкости. Классификация и характеристики фотообъективов. Разрешающая способность, ЧКХ. Осветительные системы микроскопов и проекционных систем. Расчет линзовых конденсоров на минимум сферической аберрации. Зеркальные и зеркально-линзовые объективы. Диаграммы виньетирования. Расчет бленд.

## **Раздел 3. «Лазеры и управление характеристиками лазерного излучения»**

### **Тема 1. Насыщение поглощения. Насыщение усиления**

Основные положения квантовой электроники. Поглощение света. Эффект насыщения поглощения. Усиление света. Эффект насыщения усиления.

### **Тема 2. Непрерывный режим работы лазера**

Активная среда. Принцип работы лазера. Время жизни фотона в резонаторе. Скоростные уравнения, описывающие лазер, работающий по трех- и четырехуровневой схемам. Непрерывный режим работы лазера (трех- и четырехуровневые лазеры). Расчет пороговых и энергетических характеристик. Оптимальная связь на выходе лазера, работающего в непрерывном режиме. Нестационарный режим работы лазера, когда скорость накачки описывается ступенчатой функцией. Скоростные уравнения для трех- и четырехуровневых лазеров. Режим регулярных пучков. Режим работы лазера с активной модуляцией добротности. Скоростные уравнения. Расчет временных и энергетических характеристик излучения. Модуляционная характеристика поляризационной ячейки. Электрооптические затворы на основе продольного и поперечного эффекта. «Полуволновой» и

«Четвертьволновой» схемы затворов. Акустооптические модуляторы света. Дифракция Брэгга. Модуляционная характеристика. Принцип генерации импульсов сверхкороткой длительности в лазерах.

### **Тема 3. Синхронизация мод**

Синхронизация мод. Импульсы, ограниченные спектральной шириной полосы. Методы синхронизации мод лазеров. Матричная формулировка геометрической оптики. Устойчивость резонаторов лазеров. Рассмотрение в рамках геометрической оптики. Классификация устойчивых резонаторов.

### **Тема 4. Гауссов пучок**

Гауссов пучок и его характеристики. Матричный закон для распространения сферической волны и гауссова пучка. Обобщенный сферический резонатор. Размеры поперечной моды низшего порядка. Обобщенный неустойчивый резонатор. Описание в рамках геометрической оптики. Основные типы неустойчивых резонаторов. Двухлучепреломляющий фильтр в качестве селективного по длине волн элемента. Параметр качества лазерного пучка  $M^2$ . Физический смысл и методы определения. Методы экспериментального измерения размера лазерного пучка.

### **Тема 5. Преобразование амплитуды: лазерное усиление**

Лазерное усиление. Расчет работы лазерного усилителя с помощью скоростных уравнений. Временное сжатие лазерных импульсов. Принцип и оптическая схема устройства для сжатия импульсов. Резонансные частоты лазерного резонатора.

## **Раздел 4. «Проектирование оптико-электронных приборов»**

### **Тема 1. Теория оптико-электронных приборов**

Этапы энергетического расчета. Основное энергетическое уравнение. Расчет потоков и освещенностей в ОЭП. Классификация погрешностей ОЭП. Основные этапы точностных расчетов. Выбор динамических параметров ОЭП. Линейные системы. Описание линейных систем с помощью функций: веса, переходной, частотной передаточной. ЧКХ и ФЧХ линейной системы.

### **Тема 2. Распространение оптического излучения в атмосфере**

Распространение оптического излучения в атмосфере. Окна прозрачности. Ослабление излучения в атмосфере вследствие рассеяния. Коэффициенты ослабления, поглощения, рассеяния. Метеорологическая дальность видимости. Лидарное отношение. Описание турбулентной атмосферы с помощью структурной функции, внутренний и внешний масштабы турбулентности. Влияние турбулентной атмосферы на прохождение оптического излучения.

Методы снижения влияния турбулентности атмосферы на работу ОЭП. Основные принципы построения адаптивных оптических систем.

### **Тема 3. Оптико-электронные приборы наблюдения**

Приборы наблюдения. Обобщенная схема приборов наблюдения. Контраст объекта (визуальный, модуляционный). Условия различения объекта глазом. Вид основного энергетического уравнения для наблюдательных ОЭП, ограниченных по контрасту и шуму. Критерии Джонсона видения объектов. Общий вид частотно энергетического уравнения изображающих ОЭП с учетом критериев Джонсона. Представление ЧКХ линейной системы через ЧКХ подсистем. Учет различия между эквивалентной мирой и синусоидальной мирой при написании ЧКХ системы. Учет интегрирующей способности глаза в контрастно ограниченных приборах. Снижение контраста объекта, вызванное дымкой. Световоздушное уравнение. Влияние атмосферы на работу активных наблюдательных приборов. ПНВ со стробированием по дальности. Искажение изображения многоэлементными фотоприемниками и методы их снижения. Учет свойств зрительного аппарата человека при проектировании ОЭП наблюдения. ЧКХ глаза. Пространственная и временная интегрирующая способность глаза.

### **Тема 4. Элементы оптико-электронных приборов**

Параметры и характеристики фотоприемников. Примерный порядок выбора фотоприемника. Пересчет параметров фотоприемников. Расчет уровня шумов на выходе фотоприемника. Основные характеристики многоэлементных приемников. Дополнительные источники шумов многоэлементных приемников. Основные типы лазеров, используемых в ОЭП. Гауссов пучок и его характеристики. Роль диафрагм в оптических системах с лазерами. Формирование гауссова пучка идеальной оптической системой.

## **Раздел 5. «Лазерные технологии в обработке материалов и медицине»**

### **Тема 1. Условия применения лазерных технологий в промышленности**

Лазерные технологические комплексы. Экономические аспекты и перспективы применения лазерных технологий в промышленности и медицине.

### **Тема 2. Современные технологические лазеры**

Классификация технологических лазеров. Особенности современных технологических твердотельных лазеров. Устройство, принцип действия и основные характеристики технологических лазеров на углекислом газе, ионных, атомарных, эксимерных и полупроводниковых лазеров.

### **Тема 3. Взаимодействие лазерного излучения с материалами**

Основные процессы при взаимодействии лазерного излучения с материалами разного типа (металлы, диэлектрики, полупроводники). Влияние характеристик лазерного излучения и свойств обрабатываемого материала.

#### **Тема 4. Транспортировка и фокусировка лазерного излучения**

Оптические параметры схем транспортировки и фокусировки лазерного излучения. Фокусировка сплошного и кольцевого излучения с использованием одиночных линз и зеркальных объективов.

#### **Тема 5. Лазерная обработка металлических конструкций**

Основные методы и особенности протекания процессов при сверлении отверстий, резке, сварке, обработке поверхности при использовании импульсного и непрерывного излучения.

#### **Тема 6. Обработка лазерным излучением неметаллических материалов**

Особенности обработки лазерным излучением диэлектрических материалов. Термораскалывание. Методы многоимпульсной пробивки отверстий. Обработка полупроводников. Лазеры в микротехнологиях.

#### **Тема 7. Взаимодействие лазерного излучения с биологической тканью**

Оптические и теплофизические свойства биологической ткани. Тепловые процессы в биологической ткани при лазерном воздействии. Физические модели и механизмы лазерного нагрева, изменения структуры и рассеяния различных биологических тканей. Процессы, протекающие в глазных тканях при лазерном облучении. Методы применения лазеров в офтальмологии.

#### **Тема 8. Медицинские лазерные системы**

Характеристики и компоненты медицинских терапевтических и хирургических лазерных систем и требования к ним. Лазерные диагностические комплексы.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ:

#### к разделу 1 «Конструирование оптических приборов»:

1. Справочник конструктора оптико-механических приборов / М.Я. Кругер, В.А. Панов, В.В. Кулагин и др., 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1967. – 760 с.
2. Соломахо В.Л., Томилин Р.И., Цитович Б.В., Юдовин Л.Г. Приборостроение. Дипломное проектирование. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 256 с.
3. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо, Р.И. Томилин, Б.В. Цитович, Л.Г. Юдовин. – Мн.: Выш. шк., 1988. – 272 с.
4. Милосердин Ю.В. и др. Расчёт и конструирование механизмов приборов и установок: Учебное пособие для инженерно-физических и приборостроительных специальностей вузов / Ю.В. Милосердин, Б.Д. Семёнов, Ю.А. Кречко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.

#### к разделу 2 «Теория и расчет оптических систем»:

1. Артюхина Н.К. Теория и расчет оптических систем: Учебное пособие для студентов приборостроительных специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования. В 2ч. ч 1. Мн.: Мин. обр. РБ. БНТУ, 2004.- 134с.
2. Артюхина Н.К. Теория оптических систем и техническая оптика. Учебное пособие для студентов специальности 19.10 – «Оптические приборы и системы». Мн.: БПИ.1990.: - 90с.
3. Волосов Д.С. Фотографическая оптика. Теория, основы проектирования, оптические характеристики. М.:Искусство,1978, 543с.
4. Вычислительная оптика. Справочник. /М.М.Русинов, А.П. Грамматин и др. Л.: Машиностроение, 1984.- 423с.
5. Дубовик А.С. и др. Прикладная оптика. М.: Недра, 1982.

#### к разделу 3 «Лазеры и управление характеристиками лазерного излучения»:

1. Н.В. Карлов. Лекции по квантовой электронике, М., «Наука», 1988.
2. Справочник по лазерам. Пер. с англ. под редакцией А.М.Прохорова, Том 2, М., Сов. радио, 1978.
3. Г.С. Ландсберг. Оптика. М., Наука, 1976.
4. А.М. Саржевский. Оптика. Том 2, Минск, Изд. Университетское, 1984.
5. А. Ярив. Квантовая электроника, М., Сов. Радио, 1980.
6. П.А. Апанасевич. Основы теории взаимодействия света с веществом, Минск, Наука и техника, 1977.
7. А.Л. Микаэлян, М.Л. Тер-Микаэлян, Ю.Г. Турков. Оптические квантовые генераторы на твердом теле, М., Сов. радио, 1967.

8. В.А. Пилипович, А.А. Ковалев. Оптические квантовые генераторы с просветляющимися фильтрами, Минск, Наука и техника, 1975.
9. О. Звелто, Принципы лазеров, М., 1984.
10. Ф. Качмарек, Введение в физику лазеров, М., 1981.

#### **к разделу 4 «Проектирование оптико-электронных приборов»:**

1. Парвулюсов Ю.Б. и др. Проектирование оптико-электронных приборов. – М.: Машиностроение, 1990.
2. Якушенков Ю.Г. Теория и расчёт оптико-электронных приборов. – М.: Машиностроение, 1989.
3. А.С. Елизаренко и др. Проектирование оптико-электронных приборов / Под ред. Ю.Г. Якушенкова. – М.: Машиностроение, 1981.
4. Порфирьев Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах. – Л.: Машиностроение, 1989.
5. Д.А. Аникст и др. Высокоточные угловые измерения. / Под ред. Ю.Г. Якушенкова. – М.: Машиностроение, 1987.
6. Источники и приёмники излучения / Г.Г. Ишанин и др. – СПб.: Политехника, 1991.
7. Павлов А.В. Оптико-электронные приборы. – М.: Машиностроение, 1984.
8. Климов Ю.М. Оптико-электронные приборы с лазерами. – М.: Машиностроение, 1980.
9. Лабораторные оптические приборы / Под ред. Л.А. Новицкого. – М.: Машиностроение, 1978.
10. Тарасов К.И. Спектральные приборы. – Л.: Машиностроение, 1987.

#### **к разделу 5 «Лазерные технологии в обработке материалов и медицине»:**

1. А.Г. Григорьянц. Технологические процессы лазерной обработки. М. Изд. МГТУ, 2006.
2. Под ред. А.Г. Григорьянца. Лазерная техника и технология, в 7 книгах. - М.: 1987.
3. А.Г. Григорьянц. Основы лазерной обработки материалов. - М.: 1989.
4. У. Дьюли. Лазерная технология и анализ материалов. - М.: Мир, 1986.
5. Технологические лазеры. Справочник, в 2 томах. - М.: 1991.
6. А.А. Веденов, Г. Г. Гладуш. Физические процессы при лазерной обработке материалов. - М.: 1985.
7. Прикладная лазерная медицина. Учебное и справочное пособие. - М.: 1997.
8. В.П. Вейко. Лазерная обработка пленочных элементов. - Л.: 1986.
9. Промышленное применение лазеров. Под ред. Г. Кебнера. - М.: 1988.
10. А.М. Маляревич. Основы лазерных технологий обработки материалов. Мн. Изд. БНТУ, 2007.

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:**

### **к разделу 1 «Конструирование оптических приборов»:**

1. Конструирование приборов. В 2-х кн./ Под ред. В. Краузе; пер. с нем. В.Н. Пальянова; под ред. О.Ф. Тищенко. – Кн.1 М.: Машиностроение, 1987. – 384с.
2. Конструирование приборов. В 2-х кн. / Под ред. В. Краузе; пер. с нем. В.Н. Пальянова; под ред. О.Ф. Тищенко. – Кн.2 М.: Машиностроение, 1987. – 376с.
3. Бегларян В.Х. Проектирование приборов, оптимальных по конструкторско-технологическим параметрам. М., «Машиностроение», 1977. – 119 с.
4. Литвин Ф.Л. Проектирование механизмов и деталей приборов. – Л.: Машиностроение, 1973. – 692 с.
5. Борисов С.И. Расчёт и конструирование механических систем приборов. М.: Машиностроение, 1981. – 269 с.
6. Кулагин В.В. Основы конструирования оптических приборов: Учеб. пособие для приборостроительных вузов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 312 с.

### **к разделу 2 «Теория и расчет оптических систем»:**

1. Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем. М.:Машиностроение,1992.448с.
2. Прикладная оптика /А.С.Дубовик,М.И.Апенко,Г.В.Дурейко и др. Под общей ред А.С.Дубовика.М.:Недра,1992. 480с.
3. Проектирование оптических систем. Пер. с англ./Под ред. Р.Шенона, Дж.Вайанта.- М.: Мир, 1983.-432с.
4. Слюсарев Г.Г.Расчет оптических систем. – Л.: Машиностроение, 1975,-639с.
5. Справочник конструктора оптико-механических приборов /В.А.Панов, М.Я.Кругер, В.В.Кулагин и др.Под общей ред. Панова В.А. Л.: Машиностроение, 1980. 742с.

### **к разделу 3 «Лазеры и управление характеристиками лазерного излучения»:**

1. П.А. Апанасевич. Основы теории взаимодействия света с веществом, Минск, Наука и техника, 1977.
2. А.Л. Микаэлян, М.Л. Тер-Микаэлян, Ю.Г. Турков. Оптические квантовые генераторы на твердом теле, М., Сов. радио, 1967.
3. В.А. Пилипович, А.А. Ковалев. Оптические квантовые генераторы с просветляющимися фильтрами, Минск, Наука и техника, 1975.
4. О. Звелто, Принципы лазеров, М., 1984.
5. Ф. Качмарек, Введение в физику лазеров, М., 1981.

### **к разделу 4 «Проектирование оптико-электронных приборов»:**

1. Источники и приёмники излучения / Г.Г. Ишанин и др. – СПб.: Политехника, 1991.

2. Павлов А.В. Оптико-электронные приборы. – М.: Машиностроение, 1984.
3. Климов Ю.М. Оптико-электронные приборы с лазерами. – М.: Машиностроение, 1980.
4. Лабораторные оптические приборы/Под ред. Л.А. Новицкого. – М.: Машиностроение, 1978.
5. Тарасов К.И. Спектральные приборы. – Л.: Машиностроение, 1987.

**к разделу 5 «Лазерные технологии в обработке материалов и медицине»:**

1. А.А. Веденов, Г. Г. Гладуш. Физические процессы при лазерной обработке материалов. - М.: 1985.
2. Прикладная лазерная медицина. Учебное и справочное пособие. - М.: 1997.
3. В.П. Вейко. Лазерная обработка пленочных элементов. - Л.: 1986.
4. Промышленное применение лазеров. Под ред. Г. Кебнера. - М.: 1988.
5. А.М. Маляревич. Основы лазерных технологий обработки материалов. Мн. Изд. БНТУ, 2007.

## Критерии оценки вступительного испытания

<b>10 (десять) баллов</b>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;</p> <p>точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <p>безупречное владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;</p> <p>полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы программы;</p> <p>умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<b>9 (девять) баллов</b>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<b>8 (восемь) баллов</b>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p style="text-align: center;"><b>7</b> <b>(семь)</b> <b>баллов</b></p>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>свободное владение типовыми решениями в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p style="text-align: center;"><b>6</b> <b>(шесть)</b> <b>баллов</b></p>	<p>достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;</p> <p>использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им сравнительную оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p style="text-align: center;"><b>5</b> <b>(пять)</b> <b>баллов</b></p>	<p>достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им сравнительную оценку;</p> <p>достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p style="text-align: center;"><b>4 (четыре) балла</b></p>	<p>достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;</p> <p>умение решать стандартные ( типовые) задачи;</p> <p>умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им оценку;</p> <p>допустимый уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p style="text-align: center;"><b>3 (три) балла</b></p>	<p>недостаточно полный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками;</p> <p>слабое владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;</p> <p>неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин;</p> <p>низкий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p style="text-align: center;"><b>2 (два) балла</b></p>	<p>фрагментарные знания в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>знания отдельных литературных источников, рекомендованных программой вступительного испытания;</p> <p>неумение использовать научную терминологию программы, наличие в ответе грубых, логических ошибок;</p> <p>низкий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p style="text-align: center;"><b>1 (один) балл</b></p>	<p>отсутствие знаний и (компетенций) в рамках программы вступительного испытания, отказ от ответа.</p>