

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование лазерных технологических комплексов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности	Лазерная техника и лазерные технологии
Форма обучения	очная



## Аннотация

Дисциплина «Проектирование лазерных технологических комплексов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

ПК-2 «Способен к разработке технологических процессов сборки и юстировки типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

ПК-7 «Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта процессе разработки и оптимизации технических решений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием автоматизированных лазерных технологических комплексов приборостроительного производства и производства электронных средств. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель дисциплины – приобретение знаний и навыков системного технологического проектирования и инженерного проектирования автоматизированных технологических комплексов, в которых основным технологическим средством выполнения операций является лазер.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных опτικο-электронных приборов и систем	ПК-1.У.1 уметь анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем; проектировать оснастку для изготовления деталей лазерной техники; определять, формулировать и обосновывать параметры, режимы и условия реализации разрабатываемых деталей ПК-1.В.1 владеть навыком разработки технологических процессов изготовления типовых оптических деталей из стекла и кристаллов
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен к разработке технологических процессов сборки и юстировки типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опτικο-электронных приборов и систем	ПК-2.3.1 знать принципы построения и состав лазерных приборов и систем; оптические материалы и технологии, в т.ч. для лазерной техники; основы оптических измерений; схемы измерений основных параметров оптических деталей лазерной техники; принципы измерений параметров оптических деталей лазерной техники на современном оборудовании; современные методы и приборы метрологического обеспечения в технологических процессах сборки и юстировки оптических деталей лазерных приборов и техники; методы сборки лазерных опτικο-электронных приборов; методы юстировки лазерных опτικο-электронных приборов; методы работы с научно-технической литературой и информацией ПК-2.В.1 владеть навыками разработки оптической схемы для сборки и юстировки

		узлов и деталей лазерной техники и приборов
Профессиональные компетенции	ПК-7 Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта процессе разработки и оптимизации технических решений	ПК-7.У.1 уметь разрабатывать простейшие математические и информационные модели функционирования систем, приборов лазерной техники, входящих в их состав узлов с использованием методов искусственного интеллекта ПК-7.У.2 уметь разрабатывать простейшие математические и информационные модели и осуществлять моделирование лазерных технологий с использованием методов искусственного интеллекта ПК-7.У.3 уметь разрабатывать простейшие математические и информационные модели и осуществлять моделирование особо сложных специальных технологических процессов, применяемых при изготовлении изделий лазерной техники с использованием методов искусственного интеллекта

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Компьютерные технологии конструирования и производства»,
- «Основы проектирования лазерных систем».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Технология производства лазерных систем» и при подготовке выпускной бакалаврской работы.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№7	№8
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	3/ 108	1/ 36
<b>Из них часов практической подготовки</b>	27	17	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	61	51	10
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	10		10
экзамен, (час)	54	54	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	29	3	26
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет,	Экз.,	Экз.	

дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)			
---	--	--	--

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
<p>Раздел 1. Производственные системы и комплексы, принципы их организационно-технологического построения</p> <p>Тема 1.1. Задачи и содержание дисциплины.</p> <p>Тема 1.2. Принципы обоснования постановки задачи автоматизации технологического процесса</p> <p>Тема 1.3. Структура интегрированной автоматизированной производственной системы.</p> <p>Тема 1.4. Технологические системы ГПС.</p> <p>Тема 1.5. Использование системного подхода при проектировании автоматизированных систем и комплексов.</p> <p>Тема 1.6. Выбор автоматизируемых функций, обоснование автоматизации по каждой функции.</p> <p>Тема 1.7. Методика анализа и обследования объекта автоматизации, разработка проектного задания и технических требований на проектирование автоматизированного производства.</p> <p>Тема 1.8. Автоматизированный ТП.</p> <p>Тема 1.9. Производительность и гибкость автоматизированного ТП.</p>	5	2			0.4
<p>Раздел 2. Теоретические основы проектирования автоматизированных технологических систем и комплексов</p> <p>Тема 2.1. Понятие и содержание технологического проектирования ЛАТК.</p> <p>Тема 2.2. Формулировка задачи синтеза ЛАТК.</p> <p>Тема 2.3. Организация подготовки автоматизированной производственной системы.</p> <p>Тема 2.4. Качество функционирования технологической системы и его обеспечение.</p> <p>Тема 2.5. Материальные и информационные потоки в технологической системе, их моделирование для обеспечения эффективного управления.</p>	5	2			0.4

<p>Раздел 3. Классификация лазерных автоматизированных технологических комплексов (ЛАТК)</p> <p>Тема 3.1. Признаки классификации технологических комплексов.</p> <p>Тема 3.2. Классификация ЛАТК по технологическому назначению.</p> <p>Тема 3.3. Классификация ЛАТК по видам и структурно функциональному построению.</p>	2	2			0.4
<p>Раздел 4. Анализ исходных данных на проектирование ЛАТК и сценарии проектирования</p> <p>Тема 4.1. Анализ ТЗ на проектирование ЛАТК.</p> <p>Тема 4.2. Сценарии проектирования и методика обследования производства.</p> <p>Тема 4.3. Разработка технических требований к ЛАТК на основе логикоструктурного анализа ТЗ и результатов анализа ТЗ и обследования объекта автоматизации и производственной системы.</p>	4	2			0.3
<p>Раздел 5. Разработка структуры ЛАТК, видов взаимодействия «лазер – объект» и алгоритма функционирования</p> <p>Тема 5.1. Типовые структурно-функциональные схемы технологических участков с использованием ЛАТК.</p> <p>Тема 5.2. Обобщенная структурная модель технологической системы с использованием ЛАТК.</p>	5	2			0.4
<p>Раздел 6. Выбор лазерной установки для выполнения технологических операций</p> <p>Тема 6.1. Разработка технических требований к лазеру при проектировании ЛАТК.</p> <p>Тема 6.2. Выбор системы управления ЛАТК</p>	2	2			0.4
<p>Раздел 7. Выбор и разработка средств автоматизации основных, вспомогательных, контрольных и транспортных операций</p> <p>Тема 7.1. Принципы взаимодействия систем обеспечения функционирования с технологическими системами и комплексами.</p> <p>Тема 7.2. Выбор типа складской системы, организации складирования, видов и объемов буферных и внутриоперационных накопителей.</p> <p>Тема 7.3. Выбор принципа приема заявок от ЛАТК и обеспечения заказов в технологической системе.</p> <p>Тема 7.3. Выбор типа транспортной системы.</p> <p>Тема 7.4. Способы выполнения движений объектов и лазерной установки.</p> <p>Тема 7.5. Выбор датчиков для выполнения контрольных операций в соответствии с алгоритмом функционирования.</p>	5	2			0.4

Раздел 8. Методики решения типовых задач проектирования ЛАТК Тема 8.1. Разработка процесса функционирования ЛАТК. Тема 8.2. Состояние элемента ЛАТК. Тема 8.3. Методы анализа и расчета технологической обеспеченности автоматизированного комплекса. Тема 8.4. Классификация основной и вспомогательной оснастки автоматизированных технологических, транспортных, складских, инструментальных операций комплекса. Тема 8.5. Конструкции, выбор и расчет элементов системы Тема 8.6. Контроль технологических пространственных, временных и рабочих параметров Тема 8.7. Микропроцессорные УЧПУ. Локальные системы управления на базе программируемых микроконтроллеров. Тема 8.8. Средства очувствления в автоматизированных комплексах	6	3			0.3
Итого в семестре:	34	17			3
Семестр 8					
Выполнение курсового проекта				10	26
Итого в семестре:				10	26
Итого	34	17	0	10	29

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Производственные системы и комплексы, принципы их организационно-технологического построения. Тема 1.1. Задачи и содержание дисциплины. Научные основы автоматизации производственных процессов. Проблемы автоматизации производств различного типа. Термины и определения в области автоматизации. Действующие нормативно-технические документы по автоматизации. Тема 1.2. Принципы обоснования постановки задачи автоматизации технологического процесса (ТП). Понятие гибкой технологии. Гибкие производственные системы (ГПС).



	<p>Автоматизация технологических процессов на принципах гибкой технологии. Виды построения ГПС по организационным, технологическим и предметным признакам классификации. ГПС с интеграцией функций. Тема 1.3. Структура интегрированной автоматизированной производственной системы. Области рационального применения автоматизированных производственных систем и комплексов. Виды и назначение автоматизированных систем в составе интегрированной ГПС. Элементы производственной системы. Тема 1.4. Технологические системы ГПС. Качество функционирования технологической системы. Тема 1.5. Использование системного подхода при проектировании автоматизированных систем и комплексов. Автоматизируемые функции производственной системы. Направления автоматизации в приборостроительном производстве. Эффективность автоматизации, критерии эффективности. Тема 1.6. Выбор автоматизируемых функций, обоснование автоматизации по каждой функции. Сценарии постановки задачи автоматизации производственного процесса. Выбор варианта автоматизации на ранней стадии проектирования. Тема 1.7. Методика анализа и обследования объекта автоматизации, разработка проектного задания и технических требований на проектирование автоматизированного производства. Тема 1.8. Автоматизированный ТП. Модели автоматизированного ТП. Составляющие автоматизированного ТП: операции, действия, движения. Циклы и фазы автоматизированного ТП. Количественные, пространственные и временные параметры автоматизированного ТП. Тема 1.9. Производительность и гибкость автоматизированного ТП. Временные параметры основных и вспомогательных действий в автоматизированном ТП. Нахождение оптимального соотношения производительности и гибкости при автоматизации ТП.</p>
2	<p>Раздел 2. Теоретические основы проектирования автоматизированных технологических систем и комплексов. Тема 2.1. Понятие и содержание технологического проектирования ЛАТК. Методологическая, функционально-логическая и инженерно техническая формулировки задач проектирования ЛАТК. Основы системного анализа технологических комплексов. Методы системного анализа при проектировании ЛАТК. Тема 2.2. Формулировка задачи синтеза ЛАТК. Схема синтеза, исходные данные для проведения синтеза. Структурный синтез ЛАТК. Структура ЛАТК в уровнях разбиения. Способы представления структуры ЛАТК. Параметрический синтез комплекса. Тема 2.3. Организация подготовки автоматизированной производственной системы. Техническая и технологическая подготовка производственной системы. Тема 2.4. Качество функционирования технологической системы и его обеспечение. Критерии анализа и оценки качества функционирования. Обеспечение требований</p>

	<p>системы качества ИСО сер. 9000 при проектировании, подготовке и функционировании технологической системы. Тема 2.5. Материальные и информационные потоки в технологической системе, их моделирование для обеспечения эффективного управления. Имитационное моделирование технологических систем и комплексов. Динамические модели ЛАТК, их применение для обеспечения требуемого качества функционирования</p>
<b>3</b>	<p>Раздел 3. Классификация лазерных автоматизированных технологических комплексов (ЛАТК). Тема 3.1. Признаки классификации технологических комплексов. Тема 3.2. Классификация ЛАТК по технологическому назначению. Тема 3.3. Классификация ЛАТК по видам и структурно функциональному построению.</p>
<b>4</b>	<p>Раздел 4. Анализ исходных данных на проектирование ЛАТК и сценарии проектирования. Тема 4.1. Анализ ТЗ на проектирование ЛАТК. Анализ вида, свойств, параметров и характеристик объекта, требуемых характеристик лазерной установки, способов и схем взаимодействия лазера с объектом, характеристик входа и выхода комплекса, условий технологической среды. Анализ конструкции объекта лазерного воздействия (обработки, сборки). Определение функциональных поверхностей объекта для выполнения назначенных основных операций и вспомогательных операций. . Установление требований на накопление, подачу, ориентирование и позиционирование объекта обработки. Выбор способов обеспечения выполнения действий и движений в ЛАТК с требуемой точностью. Тема 4.2. Сценарии проектирования и методика обследования производства. Тема 4.3. Разработка технических требований к ЛАТК на основе логико структурного анализа ТЗ и результатов анализа ТЗ и обследования объекта автоматизации и производственной системы. Установление требований к устройствам транспортно-складской системы на основе организационно-технологических и планово-экономических характеристик производства.</p>
<b>5</b>	<p>Раздел 5. Разработка структуры ЛАТК и схем взаимодействия «лазер – объект». Тема 5.1. Типовые структурно-функциональные схемы технологических участков с использованием ЛАТК. Специфика структур участков заготовительно-раскройных операций, механообрабатывающих, сварочных, упрочняющих операций, операций монтажа, пайки, подгонки, контроля и др.. Тема 5.2. Обобщенная структурная модель технологической системы с использованием ЛАТК. Цели моделирования процессов и элементов системы. Исследование вариантов реализации технологической структуры. Системотехнический синтез технологической структуры. Схема синтеза технологической структуры. Выбор вариантов структурно-компоновочного построения технологической структуры на основе моделирования при изменении расположения складов и их</p>

	количества, при различных типах и конфигурациях транспортной системы, различных принципах организации выполнения заявок для технологических модулей и других переменных факторов.
<b>6</b>	Раздел 6. Выбор лазерной установки для выполнения технологических операций . Тема 6.1. Разработка технических требований к лазеру при проектировании ЛАТК. Определение технических характеристик лазерной установки на основе анализа характеристик объекта производства, операций, подлежащих выполнению, технологического оснащения и условий эксплуатации проектируемого ЛАТК. Тема 6.2. Выбор системы управления ЛАТК и структуры взаимодействия с системой управления верхнего уровня.
<b>7</b>	Раздел 7. Выбор и разработка средств автоматизации основных, вспомогательных, контрольных и транспортных операций Тема 7.1. Принципы взаимодействия систем обеспечения функционирования с технологическими системами и комплексами. Тема 7.2. Выбор типа складской системы, организации складирования, видов и объемов буферных и внутриоперационных накопителей. Тема 7.3. Выбор принципа приема заявок от ЛАТК и обеспечения заказов в технологической системе. Тема 7.3. Выбор типа транспортной системы. Анализ схем транспортных систем. Виды и способы межоперационного и внутриоперационного транспортирования. Тема 7.4. Способы выполнения движений объектов и лазерной установки. Выбор типа привода и устройств управления приводом. Тема 7.5. Выбор датчиков для выполнения контрольных операций в соответствии с алгоритмом функционирования.
<b>8</b>	Раздел 8. Методики решения типовых задач проектирования ЛАТК Тема 8.1. Разработка процесса функционирования ЛАТК. Формализация и алгоритмизация процесса функционирования. Граф взаимосвязей функциональных элементов ЛАТК, его построение. Разработка алгоритма функционирования ЛАТК. Построение циклограмм работы ЛАТК. Определение временных характеристик ЛАТК. Тема 8.2. Состояние элемента ЛАТК. Состояния ЛАТК. Граф формирования состояний и переходов в ЛАТК. Матрицы состояний ЛАТК. Оценка готовности ЛАТК. Тема 8.3. Методы анализа и расчета технологической обеспеченности автоматизированного комплекса. Тема 8.4. Классификация основной и вспомогательной оснастки автоматизированных технологических, транспортных, складских, инструментальных операций комплекса. Назначение и функциональные характеристики каждой из классифицированных групп оснастки. Тема 8.5. Конструкции, выбор и расчет элементов системы. Конструкции, выбор и расчет: захватных устройств ПР; виброподающих устройств; ориентирующих устройств и питателей; устройств межоперационного и внутриоперационного транспортирования; поворотных и координатных столов;

	<p>приспособлений – спутников; устройств накопления и складирования заготовок, деталей и компонентов; накопителей и магазины инструментов; установочных и зажимных устройств и др.</p> <p>Тема 8.6. Контроль технологических пространственных, временных и рабочих параметров автоматизированного процесса, выбор их оптимального соотношения при разработке алгоритма функционирования по критериям информативности, обеспечения надежности и бездефектности. Тема 8.7. Микропроцессорные УЧПУ. Локальные системы управления на базе программируемых микроконтроллеров. Использование ПЭВМ в системах управления ЛАТК. Виды команд в программе управления комплексами. Устройства индикации и регистрации в системах управления ЛАТК. Тема 8.8. Средства очувствления в автоматизированных комплексах, их типы и назначение в ЛАТК. Средства технического зрения. Телевизионные СТЗ и СТЗ на ПЗС-матрицах.</p>
--	---

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Методика обоснования при постановке задачи автоматизации ТП		1	1	4
2	Качество функционирования технологической системы.		1	1	4
3	Выбор автоматизируемых функций, обоснование автоматизации по каждой функции.		1	1	5
4	Эффективность автоматизации, критерии эффективности.		1	1	5
5	Нахождение оптимального соотношения производительности и гибкости при автоматизации ТП.		1	1	5
6	Имитационное моделирование		1	1	5

	технологических систем и комплексов.				
7	Разработка технических требований к ЛАТК на основе логико-структурного анализа ТЗ и результатов анализа ТЗ и обследования объекта автоматизации и производственной системы.		2	2	5
8	Исследование вариантов реализации технологической структуры.		1	1	5
9	Разработка технических требований к лазеру при проектировании ЛАТК.		1	1	5
10	Выбор системы управления ЛАТК и структуры взаимодействия с системой управления верхнего уровня.		2	2	6
11	Разработка процесса функционирования ЛАТК.		1	1	6
12	Выбор вариантов структурно-компоновочного построения технологической структуры на основе моделирования при изменении расположения складов и их количества, при различных типах и конфигурациях транспортной системы, различных принципах организации выполнения заявок для технологических модулей и других переменных факторов.		2	2	7
13	Контроль технологических пространственных, временных и рабочих параметров автоматизированного		2	2	7

	процесса, выбор их оптимального соотношения при разработке алгоритма функционирования по критериям информативности, обеспечения надежности и бездефектности.				
Всего			17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: приобретение знаний и навыков проектирования лазерных технологических комплексов.

Часов практической подготовки: 10

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	9	1	8
Курсовое проектирование (КП, КР)	10		10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	9	1	8
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	1	1	
Всего:	29	3	26

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="http://books.ifmo.ru/book/pdf/54.pdf">http://books.ifmo.ru/book/pdf/54.pdf</a>	Бурбаев А.М. Отработка технологичности конструкций оптических приборов / Учебное пособие. - СПб: СПбГУИТМО, 2005.- 95 с. -	
<a href="http://books.ifmo.ru/book/pdf/114.pdf">http://books.ifmo.ru/book/pdf/114.pdf</a>	Рагузин Р.М. Принципы системного проектирования оптических приборов / Учебное пособие. Часть II. - СПб: СПб ГУ ИТМО, 2006. - 282 с.	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06 Г
2	Специализированная лаборатория «Конструирования и технологии приборов и ЭС»	13-07

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзамнационные билеты; Задачи.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения;



Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Проблемы автоматизации производств различного типа	ПК-1.У.1
2	Действующие нормативно-технические документы по автоматизации.	ПК-1.У.1
3	Принципы обоснования постановки задачи автоматизации технологического процесса (ТП).	ПК-1.У.1
4	Гибкие производственные системы (ГПС).	ПК-1.У.1
5	Автоматизация технологических процессов на принципах гибкой технологии.	ПК-1.У.1
6	Виды построения ГПС по организационным, технологическим и предметным признакам классификации. ГПС с интеграцией функций.	ПК-1.У.1
7	Области рационального применения автоматизированных производственных систем и комплексов	ПК-1.У.1
8	Виды и назначение автоматизированных систем в составе интегрированной ГПС.	ПК-1.У.1
9	Технологические системы ГПС.	ПК-1.У.1
10	Качество функционирования технологической системы.	ПК-1.У.1
11	Циклы и фазы автоматизированного ТП.	ПК-1.У.1
12	Количественные, пространственные и временные параметры автоматизированного ТП	ПК-1.У.1
13	Использование системного подхода при проектировании автоматизированных систем и комплексов. Автоматизируемые функции производственной системы.	ПК-1.В.1
14	Выбор автоматизируемых функций, обоснование	ПК-1.В.1

	автоматизации по каждой функции.	
15	Сценарии постановки задачи автоматизации производственного процесса.	ПК-1.В.1
16	Методика анализа и обследования объекта автоматизации.	ПК-1.В.1
17	Составляющие автоматизированного ТП: операции, действия, движения.	ПК-1.В.1
18	Производительность и гибкость автоматизированного ТП.	ПК-1.В.1
19	Временные параметры основных и вспомогательных действий в автоматизированном ТП.	ПК-1.В.1
20	Нахождение оптимального соотношения производительности и гибкости при автоматизации ТП.	ПК-1.В.1
21	Организация подготовки автоматизированной производственной системы	ПК-1.В.1
22	Техническая и технологическая подготовка производственной системы.	ПК-1.В.1
23	Качество функционирования технологической системы и его обеспечение.	ПК-1.В.1
24	Критерии анализа и оценки качества функционирования.	ПК-1.В.1
25	Понятие и содержание технологического проектирования ЛАТК	ПК-2.3.1
26	методологическая, функционально-логическая и инженерно-техническая формулировки задач проектирования ЛАТК.	ПК-2.3.1
27	Методы системного анализа при проектировании ЛАТК.	ПК-2.3.1
28	Формулировка задачи синтеза ЛАТК.	ПК-2.3.1
29	Схема синтеза, исходные данные для проведения синтеза.	ПК-2.3.1
30	Структурный синтез ЛАТК.	ПК-2.3.1
31	Параметрический синтез комплекса.	ПК-2.3.1
32	Типовые структурно-функциональные схемы технологических участков с использованием ЛАТК.	ПК-2.3.1
33	Обобщенная структурная модель технологической системы с использованием ЛАТК.	ПК-2.3.1
34	Выбор системы управления ЛАТК и структуры взаимодействия с системой управления верхнего уровня	ПК-2.В.1
35	Разработка процесса функционирования ЛАТК.	ПК-2.В.1
36	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования.	ПК-2.В.1
37	Граф взаимосвязей функциональных элементов ЛАТК, его построение.	ПК-2.В.1
38	Разработка алгоритма функционирования ЛАТК.	ПК-2.В.1
39	Построение циклограмм работы ЛАТК.	ПК-2.В.1
40	Определение временных характеристик ЛАТК.	ПК-2.В.1
41	Состояние элемента ЛАТК и состояние ЛАТК.	ПК-2.В.1
42	Локальные системы управления на базе программируемых микроконтроллеров.	ПК-2.В.1
43	Центральные и распределенные системы управления в технологических системах.	ПК-2.В.1
44	Классификация математических моделей	ПК-7.У.1
45	Этапы составления математических моделей	ПК-7.У.1
46	Математическое моделирование элементов ЛТК	ПК-7.У.1
47	Разработка информационной модели ЛТК	ПК-7.У.1
48	Использование ИИ при моделировании ЛТК	ПК-7.У.2
49	Применение ИИ при разработке математических моделей	ПК-7.У.2
50	Применение ИИ при разработке информационных моделей	ПК-7.У.2
51	Применение ИИ при математическом моделировании газоразрядных камер ЛТК	ПК-7.У.2
52	Применение ИИ при математическом моделировании	ПК-7.У.2

	оптических резонаторов ЛТК	
53	Разработка математической модели процесса резки маталла	ПК-7.У.3
54	Разработка математической модели процесса сварки металла	ПК-7.У.3
55	Разработка математической модели процесса селективной пайки	ПК-7.У.3
56	Разработка математической модели процесса резки древесины	ПК-7.У.3
57	Разработка математической модели процесса лазерной хирургии	ПК-7.У.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Проектирование ЛАТК раскроя металлического листа – 2 темы
2	Проектирование ЛАТК раскроя полимерной пленки – 2 темы
3	Проектирование ЛАТК фасонной резки деталей из листа – 4 темы
4	Проектирование ЛАТК прошивки отверстий в керамических подложках 2 темы
5	Проектирование ЛАТК прошивки отверстий в алмазных и сапфировых деталях – 3 темы
6	Проектирование ЛАТК подгонки резистивных пленок 3 темы
7	Проектирование ЛАТК приваривания микропроводов в кристаллодержателях – 4 темы
8	Проектирование ЛАТК сварки деталей – 6 тем
9	Проектирование ЛАТК селективной пайки компонентов на монтажном основании – 4 темы
10	Проектирование ЛАТК размерного контроля – 4 темы

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Анализ проблемной ситуации. Постановка задач.
- Анализ методологических приемов решения поставленных задач.
- Рассмотрение решений поставленных задач на конкретных примерах
- Анализ типовых ошибок, возникающих при решении аналогичных задач с другими исходными данными.
- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов.
- Ответы на вопросы слушателей.

Методические указания по освоению лекционного материала имеются в виде электронных ресурсов на кафедре.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Учебно-методические материалы для проведения практических занятий утверждаются на заседании кафедры и выкладываются преподавателем в начале семестра в систему LMS и в личный кабинет студента.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

- Введение
- Постановка задачи. Исходные данные
- Расчет параметров элементов ЛТК
- Разработка проектной документации
- Заключение
- Список литературы
- Приложения

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Методические указания по проведению курсового проектирования и оформлению пояснительной записки курсового проекта имеются в виде электронных ресурсов кафедры.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой