

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Л.Н. Пресленев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология производства лазерных систем»  
(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

Санкт-Петербург– 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О.В. Шакин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«18» мая 2020 г, протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.05(01)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Л.Н. Пресленев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О.Л. Балышева

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Технология производства лазерных систем» входит в образовательную программу высшего образования 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-3 «Способен к разработке технологических процессов контроля механических, оптических и оптико-электронных блоков, узлов и элементов типовых систем приборов, лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

ПК-5 «Способен к расчёту, проектированию и конструированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологическим проектированием изготовления продукции приборостроительного производства.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование технологической подготовки студентов в соответствии с проектно-технологическим видом профессиональной деятельности. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. 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 оптико-электронных приборов и систем	ПК-1.Д.2 анализирует технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем; разрабатывает технологические процессы изготовления типовых оптических деталей из стекла и кристаллов; проектирует оснастку для изготовления деталей лазерной техники; определяет, формулирует и обосновывает параметры, режимы и условия реализации разрабатываемых деталей
Профессиональные компетенции	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-2.Д.1 знает 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 оптико-электронных приборов; методы юстировки лазерных оптико-электронных приборов; методы работы с научно-технической литературой и информацией ПК-2.Д.2 анализирует технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем; рассчитывает допуски на конструктивные элементы оптических деталей и узлы крепления; выбирает метод сборки и

		юстировки узлов и деталей лазерной техники и приборов, реализуемый на стандартной элементной базе; разрабатывает оптическую схему ,для сборки и юстировки узлов и деталей лазерной техники и приборов; определяет, формулирует и обосновывает требования к сборке и юстировке :узлов и деталей лазерной техники и приборов; применяет информационные ресурсы и технологии.
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен к разработке технологических процессов контроля механических, оптических и оптико-электронных блоков, узлов и элементов типовых систем приборов, лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-3.Д.1 знает элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники; общие принципы, правила и методы конструирования лазерных оптико-электронных приборов; основы теории точности и надёжности оптических приборов; основы оптических измерений; методы лазерных измерений; методы работы с научно-технической литературой
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен к расчёту, проектированию и конструированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-5.Д.2 выбирает метод(ы) расчёта при разработке лазерных приборов и систем; рассчитывает параметры и характеристики оптических узлов лазерных приборов и систем; разрабатывает конструкторскую документацию; конструирует типовые детали и узлы лазерной техники; подбирает по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем; анализирует, представляет и оформляет результаты проектно-конструкторской деятельности при разработке лазерных приборов, систем и технологий

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

«Материаловедение», «ТКМ», «Основы конструирования оптических и лазерных приборов и систем», «Лазерные технологии в приборостроении», «Проектирование лазерных технологических комплексов».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при подготовке бакалаврских выпускных работ.

## 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
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	40	40
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	20	20
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	32	32
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	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 8					
Раздел 1. Характеристика приборостроительного производства.	1	2			4
Раздел 2. Основные понятия и содержание задач технологического проектирования	2	4			4
Раздел 3. Эффективность технологических процессов.	1	2			6
Раздел 4. Качество продукции и основные технологические методы его обеспечения.	2	4	2		6
Раздел 5. Технология изготовления типовых деталей электронных СЕ приборов.	2	4	4		6
Раздел 6. Современные технологии изготовления деталей оптических и лазерных приборов	2	4	4		6
Итого в семестре:	10	20	10		32
Итого	10	20	10	0	32

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

## Название и содержание разделов и тем лекционных занятий

### **Раздел 1. Характеристика приборостроительного производства**

Тема 1.1. Характеристика объектов приборостроительного производства. Специфические особенности оптических и лазерных приборов. Стадии жизненного цикла изделия. Характеристика состава изделия: детали, сборочные единицы (СЕ), приборы, комплексы, комплекты. Вид производства по объему производимой продукции. Понятие интегрированных производственных систем и CALS-технологий. Понятие гибкой производственной системы.

Тема 1.2. Производственный процесс, технологический процесс, их составляющие. Технологическое оснащение процесса. Характеристика технологических процессов по этапам производства: заготовительные, обрабатывающие, сборочно-монтажные, контроля, регулирования и испытаний. Классификация видов ТП и их связь с типами производства: единичные и унифицированные ТП (типовые и групповые).

Тема 1.3. Перспективные направления развития технологии приборостроения на современном этапе. Эволюция схемного и конструктивного исполнения изделий и ее влияние на технологию производства.

### **Раздел 2. Основные понятия и содержание задач технологического проектирования**

Тема 2.1. Состав, цели и задачи технологической подготовки производства (ТПП). Основное назначение и структура Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

Тема 2.2. Технологическое проектирование как одна из функций ТПП. Основные задачи технологического проектирования. Проектирование ТП. Решение задач гибкости, переналаживаемости ТП. Особенности разработки единичных и унифицированных ТП. Групповые технологические процессы. Точность технологических процессов. Понятия устойчивости и стабильности ТП. Оценка устойчивости и стабильности по параметрам законов распределения технологических погрешностей.

Тема 2.3. Основы обеспечения технологичности конструкции изделий (ТКИ). Содержание работ по обеспечению ТКИ в зависимости от стадии проектирования. Виды оценки ТКИ.

Показатели ТКИ, их классификация, выбор номенклатуры и особенности расчета.

Тема 2.4. Учет экономических факторов при проектировании ТП. Разработка маршрутной и операционной технологий. Выбор средств технологического оснащения. Виды технологической документации и порядок ее оформления по стандартам ЕСТД.

### **Раздел 3. Эффективность производственного процесса**

Тема 3.1. Качество функционирования производственной системы. Качество продукции, показатели качества и их связь с производственными процессами.

Тема 3.2. Основные технико-экономические показатели ТП: себестоимость, приведенные затраты, производительность. Структура технологической себестоимости изделия и приведенных затрат. Выбор рационального варианта ТП по себестоимости, приведенным затратам и производительности.

Тема 3.3. Производительность труда и ее роль в повышении эффективности производства. Классификация затрат рабочего времени. Типовая структура нормы времени и ее составляющие. Резервы и пути повышения производительности труда.

**Раздел 4. Технология изготовления печатных плат и сборки узлов приборов.**

Тема 4.1. Сущность и преимущества печатного монтажа. Методы изготовления печатных плат: субтрактивные; аддитивные; комбинированные. Состав и содержание типовых технологических процессов изготовления однослойных и многослойных печатных плат.

Технология изготовления гибких печатных плат, гибких жгутов и кабелей.

Тема 4.2. Технологические процессы монтажа электрических и электронных узлов и блоков. Технологии изготовления монтажных оснований.

Тема 4.3. Технологии механосборочных операций. Виды сборочных соединений и их выбор.

**Раздел 5. Качество продукции и основные технологические методы его обеспечения**

Тема 5.1. Основные технологические задачи по обеспечению качества изделий. Понятие о системе качества и основных положениях системы стандартов ИСО 9000.

Тема 5.2. Технологические методы обеспечения заданной точности при сборке. FMEA анализ.

Тема 5.3. Основы проектирования технологии производственного контроля.

**Раздел 6. Технологические процессы изготовления оптических и лазерных приборов и прогрессивные технологии приборостроения.**

Тема 6.1. Общая характеристика процессов изготовления оптических деталей.

Тема 6.2. Технологии изготовления деталей твердотельных и газовых лазеров.

Тема 6.3. Специфические операции сборки и регулировки оптических и лазерных приборов.

Тема 6.4. Технологии быстрого прототипирования.

Тема 6.5. Технологии 3D печати. Технологии 3D печати с выборочным лазерным спеканием (SLS). Технологии 3D печати с послойным ламинированием (LOM).

## 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

Темы практических занятий	Формы практических занятий
1. Анализ состава типовых конструкций оптических и лазерных приборов: детали, сборочные единицы (СЕ), приборы. Схемы анализа цепочек операций для типовых деталей конструкций: «элемент поверхности – технические требования – способы получения – варианты технологических операций». 3. Решение противоречий серийности, производительности и гибкости. Типовые задачи ТПП. Разработка маршрутной технологии сложной корпусной детали. 6. Правила заполнения операционной технологической карты изготовления детали.	Решение задач технологического проектирования и выполнение расчетов

Темы практических занятий	Формы практических занятий
<b>Семестр 8</b>	
1. Анализ состава типовых конструкций оптических и лазерных приборов: детали, сборочные единицы (СЕ), приборы. 2. Схемы анализа цепочек операций для типовых деталей конструкций:	Решение задач технологического проектирования и выполнение



<p>«элемент поверхности – технические требования – способы получения – варианты технологических операций».</p> <p>3. Решение противоречий серийности, производительности и гибкости.</p> <p>4. Типовые задачи ТПП.</p> <p>5. Разработка маршрутной технологии сложной корпусной детали.</p> <p>6. Правила заполнения операционной технологической карты изготовления детали.</p> <p>7. Задачи выбора технологического оснащения.</p> <p>8. Методика анализа и оценки технологичности конструкций деталей и СЕ.</p> <p>9. Расчет технико-экономических показателей технологической операции. Выбор рационального варианта ТП по себестоимости, приведенным затратам и производительности.</p> <p>10. Типовая структура нормы времени и ее составляющие.</p> <p>11. Сравнительная оценка методов изготовления печатных плат (ПП).</p> <p>12. Технологии изготовления многослойных ПП.</p> <p>13. Типовая технология монтажа электронных узлов на ПП.</p> <p>14. Виды сборочных соединений и их выбор.</p> <p>15. Методика анализа погрешностей автоматизированной сборочной операции.</p>	расчетов
Всего	20

#### 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)	№ раздела дисциплины
Семестр 8			
1	Анализ точности технологических операций	3	2
2	Исследование методов контроля качества изделий	2	3
3	Исследование методов обеспечения заданной точности при сборке электронной аппаратуры Исследование методов контроля качества изделий	3	4
4	Исследование влияния технологических факторов на параметры многослойных печатных плат	2	5
Всего		10	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

#### 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 8, час
1	2	3
Подготовка к выполнению и защите ЛР (ЛР)	30	30
Подготовка к текущему контролю (ТК)	2	2
Всего:	32	32

#### 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="https://books.ifmo.ru/book/334/tehnologiya_priborostroeniya.htm">https://books.ifmo.ru/book/334/tehnologiya_priborostroeniya.htm</a>	1. Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Технология приборостроения: Учебное пособие. - СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2008. - 336 с.	10
	2. Юрков Н. К. Технология радиоэлектронных средств : учеб. / Н. К. Юрков. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 640 с.	10
	3. Медведев А. М. Технология производства печатных плат. М.: Техносфера, 2005.	20
	4. Технология приборостроения. Лабораторный практикум. Под ред. В.П.Ларина, В.П.Пашкова, СПб, ГУАП, 2014.	100
	5. Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб., 2005	300
	6. Макаров Ю.Н. Перспективные технологии приборостроения :учеб. пособие / Ю.Н. Макаров, А.А.	20

	Панич, С.В. Скородумов и др. –М.: «Экономика», 2011. – 408с.	
--	--	--

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
	Не планируется

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

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; Экзаменационные билеты; Задачи;

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»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <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
-------	--

	<p>Характеристика объектов приборостроительного производства.</p> <p>Вид производства по объему производимой продукции.</p> <p>Понятие интегрированных производственных систем и CALS-технологий.</p> <p>Понятие гибкой производственной системы.</p> <p>Производственный процесс, технологический процесс, их составляющие.</p> <p>Технологическое оснащение процесса.</p> <p>Характеристика технологических процессов по этапам производства: заготовительные, обрабатывающие, сборочно-монтажные, контроля, регулирования и испытаний. Классификация видов ТП и их связь с типами производства: единичные и унифицированные ТП ( типовые и групповые).</p> <p>Перспективные направления развития технологии приборостроения на современном этапе. Эволюция схемного и конструктивного исполнения изделий и ее влияние на технологию производства.</p> <p>Состав, цели и задачи технологической подготовки производства (ТПП).</p> <p>Основное назначение и структура Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).</p> <p>Технологическое проектирование как одна из функций ТПП.</p> <p>Основные задачи технологического проектирования. Проектирование ТП.</p> <p>Решение задач гибкости, переналаживаемости ТП. Особенности разработки единичных и унифицированных ТП.</p> <p>Точность технологических процессов. Понятия устойчивости и стабильности ТП.</p> <p>Оценка устойчивости и стабильности по параметрам законов распределения технологических погрешностей.</p> <p>Основы обеспечения технологичности конструкции изделий (ТКИ).</p> <p>Содержание работ по обеспечению ТКИ в зависимости от стадии проектирования.</p> <p>Виды оценки ТКИ.</p> <p>Показатели ТКИ, их классификация, выбор номенклатуры и особенности расчета. Учет экономических факторов при проектировании ТП.</p> <p>Разработка маршрутной и операционной технологий. Выбор средств технологического оснащения.</p> <p>Виды технологической документации и порядок ее оформления по стандартам ЕСТД. Качество функционирования производственной системы.</p> <p>Качество продукции, показатели качества и их связь с производственными процессами. Основные технико-экономические показатели ТП: себестоимость, приведенные затраты, производительность.</p> <p>Структура технологической себестоимости изделия и приведенных затрат.</p> <p>Выбор рационального варианта ТП по себестоимости, приведенным затратам и производительности. Производительность труда и ее роль в повышении эффективности производства. Классификация затрат рабочего времени.</p>
--	---

	<p>Типовая структура нормы времени и ее составляющие. Резервы и пути повышения производительности труда.</p> <p>Сущность и преимущества печатного монтажа.</p> <p>Методы изготовления печатных плат: субтрактивные; аддитивные; комбинированные. Состав и содержание типовых технологических процессов изготовления однослойных и многослойных печатных плат.</p> <p>Технология изготовления гибких печатных плат, гибких жгутов и кабелей.</p> <p>Технологические процессы монтажа электрических и электронных узлов и блоков. Технологии изготовления монтажных оснований.</p> <p>Технологии механосборочных операций. Виды сборочных соединений и их выбор</p> <p>Основные технологические задачи по обеспечению качества изделий.</p> <p>Технологические методы обеспечения заданной точности при сборке.</p> <p>Назначение и сущность FMEA анализа.</p> <p>Общая характеристика процессов изготовления оптических деталей.</p> <p>Технологии изготовления деталей твердотельных и газовых лазеров.</p> <p>Специфические операции сборки и регулировки оптических и лазерных приборов.</p> <p>Технологии быстрого прототипирования.</p> <p>Технологии 3D печати. Технологии 3D печати с выборочным лазерным спеканием (SLS). Технологии 3D печати с послойным ламинированием (LOM).</p>
--	---

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
	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
	Учебным планом не предусмотрено

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
	Учебным планом 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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины содержится в информационной системе кафедры № 23:

Инф. система каф. 23\_Смирнов\_ТПЛС\_Конспект

Инф. система каф. 23\_Смирнов\_ТПЛС\_ПЗ Инф.

система каф. 23\_Смирнов\_ТПЛС\_ЛР

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