

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

Кафедра конструирования и технологий электронных и лазерных средств (№23)

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



В.П.Ларин

«19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные технологии приборостроения»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Технология аэрокосмического приборостроения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил:

проф., д.т.н., проф.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

В.П. Ларин
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«18» мая 2020 г., протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

проф., д.т.н., проф.
должность, уч. степень, звание


подпись, дата

А.Р. Бестугин
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 12.03.01

проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

В.П. Ларин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

О.Л. Бальшева
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Современные технологии приборостроения» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Технология аэрокосмического приборостроения». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-5 «Способен выполнять математическое моделирование процессов и объектов, проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований»

ПК-7 «Готов составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, структурировать данные для составления отчетов, обзоров и др. технической документации»

ПК-8 «Способен решать задачи и участвовать в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия»

ПК-9 «Готов проводить экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами расширенного диапазона предметной технологической области знаний о состоянии и направлениях развития основных научных разделов технологии как науки. В задачи подготовки также входит:

- освоение методов и методик разработки новых технологий, их программно-аппаратного и технического оснащения;

- освоение методик анализа и сравнительной оценки новых технологических процессов;

- изучение методов и методик проведения экспериментальных исследований при внедрении новых технологий.

Преподавание дисциплины предусматривает форму организации учебного процесса – лекции.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Современные технологии» является формирование проблемно-ориентированного компонента специальной технологической подготовки бакалавров в области новейших технологических процессов, не рассмотренных или рассмотренных сжато, в процессе бакалаврской подготовки. Дисциплина относится к предметной области основного направления профессиональной деятельности магистра – производственно-технологической.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-5 Способен выполнять математическое моделирование процессов и объектов, проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	ПК-5..1 выполняет математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований ПК-5..2 проводит исследования и измерения с компьютерной обработкой результатов ПК-5..Д.3 разрабатывает программно-математическое обеспечение составных частей оборудования ракетно-космической техники
Профессиональные компетенции	ПК-7 Готов составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, структурировать данные для составления отчетов, обзоров и др. технической документации	ПК-7..Д.2 структурирует данные для составления отчетов, обзоров и другой технической документации ПК-7..Д.3 разрабатывает планы экспериментальных исследований, проводит исследования и испытания изделий и узлов ПК-7..Д.4 выполняет работу по сбору, обработке и накоплению исходных материалов, научно-технической информации о современном технологическом оборудовании ПК-7..Д.5 составляет описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен решать задачи и участвовать в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия	ПК-8..Д.1 решает задачи технологического проектирования при технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия ПК-8..Д.2 участвует в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия ПК-8..Д.3 осуществляет разработку и корректировку технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники ПК-8..Д.4 разрабатывает технологические процессы и документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей
Профессиональные компетенции	ПК-9 Готов проводить экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении	ПК-9..Д.1 проводит экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении ПК-9..Д.2 разрабатывает документацию по проведению испытаний составных частей оборудования ракетно-космической техники ПК-9..Д.3 осуществляет техническое сопровождение испытаний составных частей оборудования ракетно-космической техники

Основными задачами изучения дисциплины является получение студентами расширенного диапазона предметной технологической области знаний о состоянии и направлениях развития основных научных разделов технологии как науки. В задачи подготовки также входит:

- освоение методов и методик разработки новых технологий, их программно-аппаратного и технического оснащения;
- освоение методик анализа и сравнительной оценки новых технологических процессов;
- изучение методов и методик проведения экспериментальных исследований при внедрении новых технологий.

По окончании изучения данной дисциплины студент должен **знать**:

- современное состояние и основные направления развития технологий прецизионного изготовления печатных плат (ПП), сборки, монтажа, контроля, испытаний электронных узлов на ПП;
 - методы технологических воздействий, лежащие в основе новых технологий;
 - методы анализа и оценки технологических процессов при их внедрении;
- методы и методики проведения экспериментальных исследований при внедрении новых технологических процессов;
 - методы анализа научного результата, новизны и практической значимости на примерах новых предложенных технологических решений.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин бакалаврской образовательной программы и дисциплины магистерской программы «Интегрированные производственные системы и ИПИ-технологии», «История и современные проблемы приборостроения», «Обеспечение технологичности сборки и контроля».

Знания и навыки, полученные при изучении материала данной дисциплины в соответствии с учебными планами направления имеют как самостоятельное значение, так и используются при подготовке выпускной квалификационной работы магистра – магистерской диссертации.

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
Общая трудоемкость дисциплины , ЗЕ/ (час)	1/ 36	1/ 36
Аудиторные занятия , всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
Самостоятельная работа , всего (час)	19	19
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 дисциплины	Л (час)	СРС (час)
Раздел 1 - Новые материалы для изготовления ПП, МПП, ГЖПП, ГПП	2	2
Раздел 2 - Технология прототипирования (быстрое прототипирование)	2	2
Раздел 3 - Лазерные технологии	2	2
Раздел 4 - Селективные методы в ТП монтажа	2	2
Раздел 5 - Элементы технологий МСТ	2	2
Раздел 6 – Технологии монтажа электронных узлов	4	5
Раздел 7 – Термические методы испытаний	3	4
Итого в семестре:	17	19
Итого:	17	19

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

№ п/п	Название и содержание тем лекционных занятий
1.1	<i>Тема 1.1 – Новые и перспективные материалы оснований печатных плат</i>
1.2	<i>Тема 1.2 – Новые и перспективные материалы покрытий проводников и контактных площадок</i>
2.1	<i>Тема 2.1 – Материалы для получения прототипов деталей</i>
2.2	<i>Тема 2.2 - 3D формирование конструкций с применением принтера</i>
3.1	<i>Тема 3.1- Лазерная фотолитография</i>
3.2	<i>Тема 3.2 – Пайка с применением лазера. Лазерное микроформирование посадочных площадок</i>
4.1	<i>Тема 4.1 – Селективная пайка</i>
4.2	<i>Тема 4.2 – Селективная влагозащита</i>
5.1	<i>Тема 5.1 – Технологии 3D интеграции. Технология сквозных отверстий в кремнии</i>
5.2	<i>Тема 5.2 – Технологии изготовления конструкций «система в корпусе»</i>
6.1	<i>Тема 6.1 – Технологические операции бессвинцовой и комбинированной пайки</i>
6.2	<i>Тема 6.2 – Операции отмывки и нанесения защитных покрытий (современные материалы и технологии)</i>
6.3	<i>Тема 6.3 – Контроль печатных узлов (рентгенография, термография, электрический контроль)</i>
6.4	<i>Тема 6.4 – Технологии многофункциональных (комплексных) покрытий (влагозащита – теплоотвод, виброгасящие – теплоотводящие)</i>
7.1	<i>Тема 7.1 – Термоциклирование при испытаниях паяных соединений</i>
7.2	<i>Тема 7.2 – Методы и режимы испытаний изделий термоциклированием и термоударом</i>
7.3	<i>Тема 7.3 – Методы электротермотренировки</i>
7.4	<i>Тема 7.4 – Технологический прогон. Определение режимов</i>

4.3. Практические (семинарские) занятия
Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

Учебным планом не предусмотрено			
---------------------------------	--	--	--

4.4. Лабораторные занятия
Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

Учебным планом не предусмотрено			
---------------------------------	--	--	--

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 2, час
Самостоятельная работа, всего	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
подготовка к текущему контролю (ТК)	4	4
подготовка к ПЗ	40	40

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	К-во экз
	Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. М.: Техносфера, 2007. - 256 с.	5
	Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам / Под ред. П. П. Мальцева. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.	3
	Андриевский, Р. А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. - 187 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

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
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г

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
Зачет	Список вопросов

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3 Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы для зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы для зачета

Перечень вопросов для зачета
Классификация видов материалов, служащих диэлектрическим материалом для изготовления ПП. Новые композиционные и пленочные материалы для изготовления жестких ПП, Г-ЖПП и ГПП. Назначение и виды покрытий проводников и контактных площадок на разных этапах изготовления ПП. Новые и перспективные материалы для покрытий контактных площадок для свинцовых, бессвинцовых и комбинированных соединений. Технологии прототипирования, требования к материалам прототипов. Материалы, обеспечивающие основные требования быстрого прототипирования: прецизионность, возможность получения форм сложных элементов, технологичность, быстрая очистка форм и др. Структура систем 3D формирования конструкций. Принцип 3D формирования конструкций. Материалы для принтерного 3D формирования конструкций. Физические основы бесфотошаблонного метода формирования печатного рисунка. Технология лазерной фотолитографии. Сравнительная оценка технологий формирования печатного рисунка. Физические основы лазерной пайки при монтаже компонентов на печатные платы. Особенности применения лазерной пайки и технические характеристики. Задачи микроформирования посадочных мест для встроенных компонентов в поверхность ПП. Монтаж флип-чип компонентов по технологии встраивания в поверхность ПП. Технологические операции микроформирования посадочных мест. Применяемые материалы и режимы операций. Специфические особенности и эффективность применения селективной пайки. Принципы реализации селективной пайки. Технические средства и технологические режимы селективной пайки. Принципы реализации и особенности селективного метода нанесения влагозащитного покрытия. Технические средства и технологические режимы селективной влагозащиты. Новейшие достижения и перспективные направления совершенствования типовых операций изготовления элементов МСТ. Прошивка и металлизация отверстий в кремнии. Операции объемной микромеханики (технологии глубинного объемного травления, LIGA-технология, волоконно-капиллярные технологии). Технологии индивидуального формообразования. Принципы функциональной интеграции микроустройств и формирования микросистем. Понятие «система в корпусе». Примеры функциональной интеграции систем в корпусе. Перспективы развития и применения микросистем. Специфические особенности бессвинцовой технологии пайки. Критерии и сравнительная оценка пайки при монтаже электронных узлов по разным технологиям. Специфические особенности комбинированной технологии пайки. Требования к конструкционным и технологическим материалам при бессвинцовой и комбинированной технологиям пайки. Технологические режимы пайки. Выбор режимов. Современные материалы и технологии операций отмывки и нанесения покрытий. Критерии и сравнительная оценка материалов и технологий отмывки. Анализ возможных дефектов некачественной отмывки и их развитие. Критерии и сравнительная оценка материалов и технологий покрытий. Анализ возможных дефектов некачественного покрытия и их развитие под воздействием температурных режимов работы и ВВФ.

Эффективность использования различных видов и методов контроля печатных узлов при изготовлении ПП и монтаже печатных узлов (ПУ).
 Характеристика современных технических средств контроля ПП и ПУ. Направления повышения эффективности контрольных операций.
 Специфические особенности разработки конструкций ЭС для жестких условий эксплуатации.
 Анализ требований и условий функционирования ЭС для беспилотных ЛА и гиперзвуковых ЛА.
 Технологии многофункциональных покрытий как эффективное направление обеспечения заданных требований безотказности ЭС.
 Цели и задачи термоциклирования.
 Особенности разработки программ термоциклирования в зависимости от задач испытаний или тренировки объектов.
 Оборудование для проведения операций.

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	не предусмотрено

1.1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области, определяемой требованиями раздела 1 РПД

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий, учебно-методическое обеспечение, требования к усвоению материала и порядок аттестации по дисциплине изложены в информационной системе кафедры:

Инф. система каф. 23_Ларин_СТ_Конспект

Инф. система каф. 23_Ларин_СТ_МУ

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы 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
	Изменения не вносились	« <u>21</u> » мая 2018 г., протокол № <u>9/18</u>	