

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

Модульное конструирование приборов

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

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил:

доцент., к.т.н.  
должность, уч. степень, звание

 М.А. Ваганов  
подпись, дата 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

 А.Р. Бестугин  
подпись, дата инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 12.03.01

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

 В.П. Ларин  
подпись, дата инициалы, фамилия

Заместитель директора института № 2 по методической работе

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

 О.Л. Балышева  
подпись, дата инициалы, фамилия

## Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к анализу технического задания при проектировании приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников»

ПК-3 «Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования»

ПК-6 «Готов составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методиками конструирования электронных узлов приборов и решением практических конструкторско-технологических задач.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Модульное конструирование приборов» является формирование конструкторско-технологической подготовки студентов в области конструирования электронных узлов первого структурного уровня.

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 анализу технического задания при проектировании приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников	ПК-1.Д.1 анализирует техническое задание при проектировании приборов на основе изучения технической литературы ПК-1.Д.2 анализирует техническое задание при проектировании приборов на основе изучения патентных источников ПК-1.Д.3 изучает и анализирует комплект конструкторской документации (чертежи, ТУ, схемы, программы испытаний)
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования	ПК-3.Д.1 рассчитывает элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-3.Д.2 проектирует элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-3.Д.3 проектирует типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования ПК-3.Д.4 проводит проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готов составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания,	ПК-6.Д.1 составляет отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы ПК-6.Д.2 разрабатывает конструкторскую документацию, осуществляет отработку конструкторской документации на изделия, узлы и сборочные единицы

	инструкции и другие документы	ПК-6.Д.3 разрабатывает технические требования и задания на проектирование и конструирование приборов, комплексов и их составных частей ПК-6.Д.4 разрабатывает документацию на испытания, эксплуатационную и ремонтную документацию на составные части 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

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Материаловедение»,
- «Компьютерные технологии в приборостроении»,
- «Электроника»,
- «Элементная база и БНК».

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

- «Основы конструирования приборов»,
- «Технология сборки и монтажа узлов приборов».

## 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	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	4/ 144	1/ 36
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	68	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17

экзамен, (час)	36	36	
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	59	40	19
<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)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Структура и особенности процесса конструирования	4				
Раздел 2. Разработка требований к конструкциям ЭПА	4				
Раздел 3. Выбор несущих конструкций приборов и устройств и технологий их изготовления	4		4		8
Раздел 4. Конструирование характерных деталей и сборочных единиц приборов и базовые технологии их изготовления	6		4		8
Раздел 5. Конструирование печатных плат и электронных функциональных узлов ЭПА и технологии их изготовления	6		10		8
Раздел 6. Теплофизическое конструирование узлов ЭПА	4		6		8
Раздел 7. Защита конструкций узлов ЭПА от внешних воздействий	4		8		8
Раздел 8. Оценка качества конструирования ЭПА	2		2		
Итого в семестре:	34		34		40
<b>Семестр 7</b>					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	59

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
<p><b>Раздел 1. Структура и особенности процесса конструирования.</b>  Задачи дисциплины. Техническое задание на конструирование. Технические требования к конструкциям узлов ЭПА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).  Обобщенный алгоритм разработки конструкции узла ЭПА.</p>

<p><u>Раздел 2.</u> Разработка требований к конструкциям ЭПА</p> <p>Типовая структура конструкции современной электронной ЭПА.</p> <p>Требования к конструкции по назначению узлов ЭПА.</p> <p>Формирование требований к конструкции по надежности.</p> <p>Учет влияния климатических и механических воздействий.</p> <p>Технологичность конструкции узла и ее обеспечение. Методы стандартизации и унификации конструкции узлов ЭПА. Параметрическая унификация электронных приборных модулей.</p> <p>Обеспечение пригодности конструкции к автоматизированной сборке.</p>
<p><u>Раздел 3.</u> Выбор несущих конструкций приборов и устройств и технологии их изготовления</p> <p>Типовые конструктивно-компоновочные решения электронных, электромеханических и механических наземных и бортовых узлов ЭПА.</p> <p>Унификация несущих конструкций. Стандартные базовые несущие конструкции (БНК).</p> <p>Характеристика систем стандартов на БНК.</p>
<p><u>Раздел 4.</u> Конструирование характерных деталей и сборочных единиц приборов и базовые технологии их изготовления</p> <p>Основные нормализованные изделия и элементы конструкций узлов ЭПА.</p> <p>Принципы выбора материала конструкционных деталей. Дерево поиска рационального решения при выборе материала.</p> <p>Выбор сборочных соединений для корпусных деталей.</p> <p>Выбор покрытий для деталей несущих конструкций и корпусов узлов ЭПА.</p>
<p><u>Раздел 5.</u> Конструирование печатных плат и электронных функциональных узлов ЭПА и технологии их изготовления</p> <p>Общие технические требования по конструированию электронных узлов на печатных платах (ПП). Типы конструкций ПП. Критерии выбора типа конструкции ПП. Дерево поиска рационального типа конструкции ПП и типового технологического процесса изготовления. Критерии выбора материала основания ПП. Перспективные материалы для монтажных оснований. Методы конструирования ПП. Конструирование ПП и функциональных узлов, изготавливаемых по технологии поверхностного монтажа.</p> <p>Методики решения типовых задач конструирования ПП и электронных узлов с применением современного программного обеспечения.</p>
<p><u>Раздел 6.</u> Теплофизическое конструирование узлов ЭПА</p> <p>Тепловой режим прибора. Теплообмен кондуктивный, конвективный и лучеиспусканием.</p> <p>Типовые конструкторские решения по обеспечению заданного теплового режима узла.</p> <p>Обеспечение теплового режима на поверхности электронного узла.</p> <p>Методики расчета принудительных способов охлаждения.</p>
<p><u>Раздел 7.</u> Защита конструкций узлов ЭПА от внешних воздействий</p> <p>Виброустойчивость и вибропрочность конструкции узла ЭПА. Частота собственных колебаний элементов конструкции и методика расчета. Ударопрочность конструкции.</p> <p>Климатические факторы и их воздействие на наземные и бортовые узлы ЭПА. Защита конструкций узлов ЭПА от климатических воздействий.</p> <p>Виды прочих внешних факторов и их воздействие на узлы бортовой ЭПА; способы защиты.</p> <p>Конструкторско-технологическая характеристика способов герметизации и экранирования.</p>
<p><u>Раздел 8.</u> Оценка качества конструирования ЭПА</p> <p>Показатели качества конструкции узла ЭПА. Показатели назначения. Показатели уровней миниатюризации и интеграции конструкции. Технологичность конструкции и показатели технологичности. Показатели уровней стандартизации и унификации.</p> <p>Выбор показателей для оценки надежности конструкции. Методики расчета показателей качества конструкции узла ЭПА.</p>

#### 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

№ /п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Разработка технического задания на конструирование модуля	2	2
2	Оценка технологичности конструкции модуля	2	4, 8
3	Выбор системы БНК (БНК 1 и БНК 2) для модуля	2	3
4	Выбор корпусов компонентов и посадочных мест	4	4, 5
5	Конструирование ПП	10	5
6	Исследование теплового режима модуля	4	6
7	Исследование виброустойчивости и виброзащиты модуля	4	7
8	Расчет показателей безотказности конструкции модуля	4	8
9	Расчет электромагнитного экрана	2	7
Всего:		34	

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

Цель курсового проекта: формирование практических навыков конструкторско-технологического проектирования электронных модулей первого уровня разукрупнения приборной аппаратуры

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 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		30	
Курсовое проектирование (КП, КР)	19		19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		1	
Домашнее задание (ДЗ)		9	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)			
Всего:	59	40	19

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	Кол-во экз
681.2 (ГУАП) Л25	Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005	300
621.3 – П 33	Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – - М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005. – 560 с.	10

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 предусмотрено

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	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
2	Специализированная лаборатория «Конструирования и технологии приборов и электронных средств»	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; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
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	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

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	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.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

Перечень вопросов (задач) для экзамена
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технические требования к конструкциям узлов ЭПА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).</li> <li>2. Обобщенный алгоритм разработки конструкции узла ЭПА.</li> <li>3. Типовая структура конструкции современной электронной ЭПА.</li> <li>4. Требования к конструкции по назначению узлов ЭПА.</li> <li>5. Формирование требований к конструкции по надежности.</li> <li>6. Учет влияния климатических и механических воздействий.</li> <li>7. Технологичность конструкции узла и ее обеспечение.</li> <li>8. Методы стандартизации и унификации конструкции узлов ЭПА.</li> <li>9. Параметрическая унификация электронных приборных модулей.</li> <li>10. Обеспечение пригодности конструкции к автоматизированной сборке.</li> <li>11. Типовые конструктивно-компоновочные решения электронных, электромеханических и механических наземных и бортовых узлов ЭПА.</li> <li>12. Унификация несущих конструкций.</li> <li>13. Стандартные базовые несущие конструкции (БНК).</li> <li>14. Характеристика систем стандартов на БНК.</li> <li>15. Основные нормализованные изделия и элементы конструкций узлов ЭПА.</li> <li>16. Принципы выбора материала конструкционных деталей.</li> <li>17. Дерево поиска рационального решения при выборе материала.</li> <li>18. Выбор сборочных соединений для корпусных деталей.</li> <li>19. Выбор покрытий для деталей несущих конструкций и корпусов узлов ЭПА.</li> <li>20. Общие технические требования по конструированию электронных узлов на печатных платах (ПП).</li> <li>21. Типы конструкций ПП.</li> <li>22. Критерии выбора типа конструкции ПП.</li> <li>23. Дерево поиска рационального типа конструкции ПП и типового технологического процесса изготовления.</li> <li>24. Критерии выбора материала основания ПП.</li> <li>25. Перспективные материалы для монтажных оснований.</li> <li>26. Методы конструирования ПП.</li> <li>27. Конструирование ПП и функциональных узлов, изготавливаемых по технологии поверхностного монтажа.</li> <li>28. Методики решения типовых задач конструирования ПП и электронных узлов с применением современного программного обеспечения.</li> </ol>

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 выполнения курсового проекта
1	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры спутника
2	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры гиперзвукового ЛА
3	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры тактической ракеты
4	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры беспилотника
5	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры боевого вертолета
6	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры истребителя-перехватчика
7	Конструкторско-технологическая разработка модуля приборной аппаратуры самолета-амфибии

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
	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 содержатся в пособиях по видам занятий к дисциплине.

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