

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

«Конструкции и технологии приборной аппаратуры космических аппаратов»
(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. Балышева
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Конструкции и технологии приборной аппаратуры космических аппаратов» 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-3 «Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования»

ПК-4 «Способен анализировать поставленные исследовательские задачи в области приборостроения, строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием специальной конструкторско-технологической подготовки студентов направления 12.03.01(02) в области проектирования приборных устройств космических аппаратов (КА).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, СРС.

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

Цель преподавания дисциплины - формирование специальной конструкторско-технологической подготовки студентов направления 12.03.01(02) в области проектирования приборных устройств космических аппаратов (КА).

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-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-4 Способен анализировать поставленные исследовательские задачи в области приборостроения, строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов	ПК-4.Д.1 анализирует поставленные исследовательские задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации ПК-4.Д.2 определяет условия и режимы эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой аппаратуры ПК-4.Д.3 изучает и анализирует сборочную и монтажную конструкторскую документацию, чертежи, технические условия, электрические схемы, программы испытаний
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готов составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы	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 обработку конструкторской документации на изделия, узлы и сборочные единицы 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

Основными задачами изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по конструированию бортовой приборной аппаратуры (БПА КА), освоение методов и методик разработки конструкций и передовых технологий изготовления устройств КА..

Детализированными задачами изучения дисциплины являются:

- привитие умения выполнять анализы, сравнения и технико-экономические обоснования конструкторско-технологических решений при разработке БПА КА КА;

- овладение студентами методами и практическими методиками выполнения расчетов при конструировании БПА КА;

- приобретение навыков по обеспечению устойчивости разрабатываемых конструкций к внешним воздействующим факторам и выполнению необходимых расчетов;

- привитие студентам навыков творческого подхода к процессам конструирования и технологического проектирования, поиска оригинальных решений и умения оценивания идей и предложений в условиях неопределенностей с использованием эвристических методов, морфологического анализа и моделирования.

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

- содержание задач всех этапов проектирования БПА КА и направления их решения;

- влияние внешних воздействующих факторов на свойства и характеристики БПА КА различного назначения и исполнения и условий эксплуатации;
- требования к конструкциям БПА КА, предназначенной для установки на различных объектах и функционирования в различных условиях эксплуатации;
- методы конструирования типовых модулей БПА КА;
- методы обеспечения устойчивости конструкции к воздействию внешних факторов различной природы;
- методы теплофизического конструирования;

уметь:

- разрабатывать техническое задание на конструирование, проводить предпроектные исследования, формировать технические требования и выбирать направления технологической реализации;
- выбирать конструкторско-технологические решения, обеспечивающие максимальную эффективность использования БПА КА;
- обоснованно выбирать унифицированные элементы конструкции, нормализованные изделия и БНК;
- выполнять прочностные, теплофизические и надежность расчеты и осуществлять поиск оптимальных решений на их основе;
- решать задачи конструирования БПА КА с эффективным использованием компьютерных средств автоматизации и современного программного обеспечения;

владеть:

- методиками анализа и оценки внешних воздействующих факторов;
- системным подходом к решению задач проектирования БПА КА;
- методическим и информационным обеспечением автоматизированного конструкторско-технологического проектирования БПА КА.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин: Введение в направление, Элементная база и БНК приборов, Основы конструирования приборов.

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

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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	1/ 36	1/ 36
Аудиторные занятия, всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	19	19
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы дисциплины, их трудоемкость

Разделы дисциплины	Л (час)	СРС (час)
Раздел 1. Структура и особенности процесса конструирования БПА КА	3	3
Раздел 2. Разработка требований к конструкциям БПА КА	3	3
Раздел 3. Структурно-функциональные схемы БПА КА космических аппаратов (КА) различного назначения	4	4
Раздел 4. Теплофизическое конструирование БПА КА	3	3
Раздел 5. Защита конструкций бортовых приборов от внешних воздействий	3	4
Раздел 6. Оценка качества конструирования БПА КА	1	2

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. Структура и особенности процесса конструирования БПА КА Задачи дисциплины. Классификация, состав и общая схема функционирования космического аппарата (КА) и его бортовых систем. Технические требования к конструкциям БПА КА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.). Обобщенный алгоритм разработки конструкции БПА КА.
Раздел 2. Разработка требований к конструкциям БПА КА Типовые структуры конструкции современных электронной БПА КА. Перспективные направления развития конструкций БПА КА и прогнозирующая оценка БПА КА следующих поколений. Требования к конструкции по назначению БПА КА. Учет влияния климатических и механических воздействий. Методы обеспечения надежности при конструировании. Методы стандартизации и унификации конструкции. БПА КА. Параметрическая унификация электронных приборных модулей.
Раздел 3. Структурно-функциональные схемы БПА КА космических аппаратов (КА) различного назначения Структурные элементы бортовых систем КА и их конструктивная реализация. Структурно-функциональные схемы основных систем КА «Янтарь», «Бриз» и др. Конструкции приборных контейнеров и блоков систем управления.. Конструкции устройств систем обеспечения жизнедеятельности. Автономная система обеспечения жизнедеятельности
Раздел 4. Теплофизическое конструирование БПА КА Типовые конструкторские решения по обеспечению заданного теплового режима аппаратуры КА. Комбинированные системы обеспечения теплового режима. Методики расчета принудительных способов охлаждения.
Раздел 5. Защита конструкций бортовых приборов от внешних воздействий Виброустойчивость и вибропрочность конструкции БПА КА. Поиск решения по обеспечению вибропрочности. Климатические факторы и их воздействие на конструкции БПА КА. Защита конструкций БПА КА от климатических воздействий. Виды прочих внешних факторов и их воздействие на узлы БПА КА; способы защиты. Конструкторско-технологическая характеристика способов герметизации и экранирования.
Раздел 6. Оценка качества конструирования БПА КА Показатели качества конструкции БПА КА. Показатели назначения. Показатели уровней миниатюризации и интеграции конструкции. Технологичность конструкции и показатели технологичности. Показатели уровней стандартизации и унификации. Методики расчета показателей качества конструкции БПА КА.

4.3. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено

4.4. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Курсовое проектирование

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 6, час
Самостоятельная работа , всего	19	19
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	19	19

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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	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

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
	Индивидуально по теме

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	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
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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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 зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

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

Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
<p>Структура и особенности процесса конструирования БПА КА</p> <p>Классификация, состав и общая схема функционирования космического аппарата (КА) и его бортовых систем.</p> <p>Технические требования к конструкциям БПА КА (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.).</p> <p>Обобщенный алгоритм разработки конструкции БПА КА.</p> <p>Разработка требований к конструкциям БПА КА</p> <p>Типовые структуры конструкции современных электронной БПА КА.</p> <p>Перспективные направления развития конструкций БПА КА и прогнозирующая оценка БПА КА следующих поколений.</p>

Требования к конструкции по назначению БПА КА. Учет влияния климатических и механических воздействий. Методы обеспечения надежности при конструировании.
 Методы стандартизации и унификации конструкции. БПА КА. Параметрическая унификация электронных приборных модулей.
 Структурно-функциональные схемы БПА КА космических аппаратов (КА) различного назначения
 Структурные элементы бортовых систем КА и их конструктивная реализация. Структурно-функциональные схемы основных систем КА «Янтарь», «Бриз» и др.
 Конструкции приборных контейнеров и блоков систем управления..
 Конструкции устройств систем обеспечения жизнедеятельности.
 Автономная система обеспечения жизнедеятельности
 Теплофизическое конструирование БПА КА
 Типовые конструкторские решения по обеспечению заданного теплового режима аппаратуры КА.
 Комбинированные системы обеспечения теплового режима.
 Методики расчета принудительных способов охлаждения.
 Защита конструкций бортовых приборов от внешних воздействий
 Виброустойчивость и вибропрочность конструкции БПА КА. Поиск решения по обеспечению вибропрочности.
 Климатические факторы и их воздействие на конструкции БПА КА. Защита конструкций БПА КА от климатических воздействий.
 Виды прочих внешних факторов и их воздействие на узлы БПА КА; способы защиты.
 Конструкторско-технологическая характеристика способов герметизации и экранирования.
 Оценка качества конструирования БПА КА
 Показатели качества конструкции БПА КА. Показатели назначения. Показатели уровней миниатюризации и интеграции конструкции. Технологичность конструкции и показатели технологичности. Показатели уровней стандартизации и унификации.
 Методики расчета показателей качества конструкции БПА КА.

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