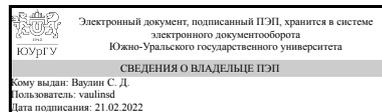


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



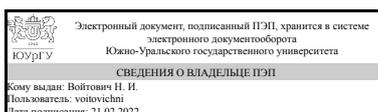
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П6.08 Технология радиоэлектронных систем
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Электрооборудование летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Конструирование и производство радиоаппаратуры

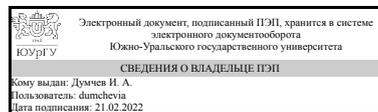
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



Н. И. Войтович

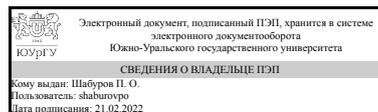
Разработчик программы,
старший преподаватель



И. А. Думчев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н.



П. О. Шабуров

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка специалистов по основам технологии современных электронных средств (ЭС), базирующихся на знаниях основ конструирования ЭС. Обучение студентов современным технологиям изготовления печатных плат, методам сборки и монтажа печатных узлов. В процессе изучения дисциплины студент должен ознакомиться с системой стандартизации в области технологической подготовки производства. Задачи изучения дисциплины состоят в подготовке обучаемого к самостоятельной работе в области принятия эффективных технологических решений при изготовлении современных ЭС.

Краткое содержание дисциплины

Введение, терминология дисциплины. Основы проектирования технологических процессов в производстве электронных средств. Общая структура производства печатных плат (ПП). Механические технологические операции. Нанесение защитного рельефа, паяльной маски на печатные платы. Фотошаблоны. Металлизация и травление печатных плат. Прессование слоев многослойных печатных плат (МПП). Субтрактивные методы изготовления ПП. Аддитивные методы изготовления ПП. Полуаддитивные методы изготовления ПП. Комбинированные методы изготовления ПП. Методы изготовления МПП.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: Методы изготовления печатных плат различных типов; методы сборки и монтажа печатных узлов; методы выполнения проводного монтажа Умеет: Проводить необходимые расчеты конструктивно-технологических параметров печатных плат Имеет практический опыт: Выбора оптимальных решений при назначении технологий изготовления печатных плат и монтажа печатных узлов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электроснабжение, Устройство летательных аппаратов, Конструкции космических аппаратов, Физические основы электроники, Электрический привод, Проектирование электрических сетей, Электрические машины	Проектирование элементов и систем летательных аппаратов, САПР исполнительных органов летательных аппаратов, Проектирование электронных устройств управления летательных аппаратов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачету по дисциплине	13,75	13,75	
Семинарские занятия. Подготовка докладов-презентаций	20	20	
Подготовка к практическим занятиям по конструктивно-технологическому расчету печатного монтажа	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы проектирования технологических процессов в производстве ЭС	8	4	4	0
2	Обобщенная структура производства ПП. Механические технологические операции.	4	4	0	0
3	Нанесение защитного рельефа, паяльной маски на ПП. Фотошаблоны.	4	4	0	0
4	Основы технологии изготовления ПП: металлизация ПП, травление ПП, прессование слоев МПП.	14	8	6	0
5	Методы изготовления одно- и двусторонних ПП: субтрактивные методы, аддитивные методы, полуаддитивные методы, комбинированные методы. Методы изготовления МПП.	18	12	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Основные понятия. ЕСТПП. Виды технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов. Показатели технологичности ЭС. Технологическая документация.	4
3	2	Выбор заготовки ПП. Получение отверстий	2
4	2	Подготовка поверхности ПП. Обработка контура.	2
5	3	Нанесение защитного рельефа. Нанесение паяльной маски.	2
6	3	Фотошаблоны. Материалы для фотошаблонов. Методы изготовления.	2
7	4	Химическое меднение. Методы прямой металлизации.	2
8	4	Гальваническая металлизация ПП. Финишные покрытия.	2
9	4	Травление в технологии изготовления ПП. Травящие растворы. Методы травления.	2
10	4	Прессование слоев МПП.	2
11	5	Субтрактивные методы изготовления ПП. Механическое и лазерное фрезерование проводящего рисунка.	2
12	5	Аддитивные методы изготовления ПП. Метод ПАФОС.	2
13	5	Полуаддитивные методы изготовления ПП.	2
14	5	Комбинированные методы изготовления ПП.	2
15	5	Методы металлизации сквозных отверстий, наращивания перераспределительных слоев.	2
16	5	Методы попарного прессования, открытых контактных площадок, послойного наращивания	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Конструктивно-технологический расчет печатного монтажа.	4
3-5	4	Семинар № 1 (по разделам 2-4): основы технологии изготовления печатных плат. Выступления студентов с подготовленными докладами-презентациями на заданную тему.	6
6-8	5	Семинар № 2 (по разделу 5): методы изготовления односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат. Выступления студентов с подготовленными докладами-презентациями на заданную тему.	6

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету по дисциплине	1. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебник / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN	7	13,75

	<p>978-5-8114-1552-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168617 2.</p> <p>Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств [Текст] учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" Н. К. Юрков. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 474 с. ил.</p> <p>3. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см.</p>		
Семинарские занятия. Подготовка докладов-презентаций	<p>1. Третьяков, С.Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2016. — 102 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/91347 2.</p> <p>Валетов, В.А. Технология приборостроения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Валетов, К.П. Помпеев. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2013. — 234 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71133</p> <p>3. Богачек, Г. Д. Технология поверхностного монтажа. Автоматическая установка компонентов : учебное пособие / Г. Д. Богачек, И. В. Букрин, В. И. Иевлев. — Екатеринбург : УрФУ, 2018. — 104 с. — ISBN 978-5-7996-2267-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170136 4.</p> <p>Ланин, В. Л. Технология производства электронных средств : учебное пособие / В. Л. Ланин. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 455 с. — ISBN 978-985-06-3167-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174678 5.</p> <p>Электрооборудование летательных аппаратов Т. 1 Системы электроснабжения летательных аппаратов Учеб. для вузов: В 2 т. С. А. Грузков, С. Ю. Останин, А. М. Сугробов и др.; Под ред. С. А. Грузкова. - М.: МЭИ, 2005. - 568 с. ил.</p>	7	20
Подготовка к практическим занятиям по конструктивно-технологическому расчету	1. Кудрин Л.П. Конструктивно-технологические параметры печатных	7	20

печатного монтажа	плат: Учебное пособие. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014 2. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры Учебник для вузов по специальности "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети" и др. К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлева и др.; Под ред. В. А. Шахнова. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 526,[1] с. ил.		
-------------------	---	--	--

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Расчет конструктивно-технологических параметров печатного монтажа	1	15	Показатели оценивания практического задания (ПЗ): выполнение ПЗ, оформление ПЗ, ответы на вопросы по ПЗ (максимум 15 баллов). 1. Соответствие выполнения ПЗ заданию (максимум 5 баллов): 5 баллов – выполненные расчеты полностью соответствуют заданию; 4 балла – выполненные расчеты соответствуют заданию с незначительными неточностями/недочетами; 3 балла - выполненные расчеты соответствуют заданию с незначительными ошибками; 2 балла - выполненные расчеты соответствуют заданию с ошибками; 1 балл - выполненные расчеты соответствуют заданию с грубыми ошибками; 0 баллов - выполненные расчеты не соответствуют заданию. 2. Оформление ПЗ согласно требованиям нормативных документов (максимум 5 баллов): 5 баллов - оформление ПЗ соответствует всем стандартам и гостам; 4 балла - ПЗ оформлено с незначительными неточностями/недочетами; 3 балла - ПЗ оформлено с	зачет

						<p>незначительными ошибками; 2 балла - ПЗ оформлено с ошибками; 1 балл - ПЗ оформлено с грубыми ошибками; 0 баллов - ПЗ не оформлено.</p> <p>3. Ответы на вопросы оцениваются следующим образом (максимум 5 баллов): 5 баллов - ответы на вопросы даны грамотно, четко, полно ; 4 балла - ответы на вопросы даны с незначительными неточностями/недочетами; 3 балла - ответы на вопросы даны с незначительными ошибками; 2 балла - ответы на вопросы даны с ошибками; 1 балл - ответы на вопросы даны с грубыми ошибками; 0 баллов - ответы на вопросы не даны.</p>	
2	7	Текущий контроль	Доклад-презентация на заданную тему	1	5	<p>Показатели оценивания выступления с докладом-презентацией. 5 баллов - доклад сделан в течение семестра, презентация оформлена с хорошим объемом иллюстраций, роликов, ясно и четко изложена, ответы на вопросы даны верные. 4 балла - доклад сделан в течение семестра, презентация оформлена с небольшими замечаниями, ответы на вопросы даны с недочетами/неточностями. 3 балла - доклад сделан в течение семестра, но презентация неинформативная (мало иллюстраций, ролики не соответствуют теме), допущены ошибки в изложении доклада, ответы на вопросы неверные, презентация возвращалась на доработку. 2 балла - презентация выполнена корректно, но доклад сделан вне семестра. 1 балл - доклад сделан вне семестра, много замечаний по содержанию и оформлению. 0 баллов - доклад не сделан даже по окончании семестра.</p>	зачет
3	7	Бонус	Активность студента на семинарских занятиях	-	15	<p>Контрольное мероприятие учитывает активность студента на семинарских занятиях при рассмотрении докладов-презентаций на заданные темы. Видами активности студентов являются, например, активное слушание, корректные вопросы по теме доклада, уместное и корректное дополнение доклада, конспектирование, подготовку</p>	зачет

					<p>раздаточного материала, участие в дискуссии, работа в микрогруппах и др.</p> <p>Показатели оценивания активности студента на семинарах.</p> <p>15 баллов – студентом показаны более двух видов активностей на всех (шести) семинарских занятиях.</p> <p>14 баллов – два вида активностей на всех (шести) занятиях.</p> <p>13 баллов – один любой вид активности, но на всех (шести) занятиях.</p> <p>12 баллов – более двух видов активностей на пяти занятиях.</p> <p>11 баллов – два вида активностей на пяти занятиях.</p> <p>10 баллов – один любой вид активности на пяти занятиях.</p> <p>9 баллов – более двух видов активностей на четырех занятиях.</p> <p>8 баллов – два вида активности на четырех занятиях.</p> <p>7 баллов – один любой вид активности на четырех занятиях.</p> <p>6 баллов – более двух видов активностей на трех занятиях.</p> <p>5 баллов – два вида активности на трех занятиях.</p> <p>4 балла – один любой вид активности на трех занятиях.</p> <p>3 балла – более двух видов активностей на одном-двух занятиях.</p> <p>2 балла – два вида активности на одном-двух занятиях.</p> <p>1 балл – один любой вид активности на одном-двух занятиях.</p> <p>0 баллов – ни одного вида активности ни на одном занятии.</p>	
4	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	<p>10</p> <p>Зачетная работа проводится в письменной форме. Студенту выдается билет с двумя вопросами из перечня контрольных вопросов, вынесенных на зачет. Время на выполнение работы - 1 час. Преподаватель проводит проверку выполненной работы и при необходимости задает устные вопросы. Максимальное количество баллов – 10. Ответы на каждый вопрос оцениваются по пятибалльной системе.</p> <p>5 баллов - приведен верный ответ;</p> <p>4 балла - приведен верный ответ с незначительными неточностями/недочетами;</p> <p>3 балла - приведен верный ответ с незначительными ошибками;</p> <p>2 балла - приведен ответ с ошибками;</p>	зачет

					1 балл - приведен ответ с грубыми ошибками;	
					0 баллов - приведен неверный ответ.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточную аттестацию. Критерии оценивания: "Зачтено" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100%; "Не зачтено" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-1	Знает: Методы изготовления печатных плат различных типов; методы сборки и монтажа печатных узлов; методы выполнения проводного монтажа	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Проводить необходимые расчеты конструктивно-технологических параметров печатных плат	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Выбора оптимальных решений при назначении технологий изготовления печатных плат и монтажа печатных узлов	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств [Текст] учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" Н. К. Юрков. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 474 с. ил.
2. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см.
3. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры Учебник для вузов по специальности "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети" и др. К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлева и др.; Под ред. В. А. Шахнова. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 526,[1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Электрооборудование летательных аппаратов Т. 1 Системы электроснабжения летательных аппаратов Учеб. для вузов: В 2 т. С. А. Грузков, С. Ю. Останин, А. М. Сугробов и др.; Под ред. С. А. Грузкова. - М.: МЭИ, 2005. - 568 с. ил.

2. Справочник технолога [Текст] А. Г. Суслов и др.; под общ. ред. А. Г. Суслова. - Москва: Инновационное машиностроение, 2019. - 799 с. ил.

3. Едренкин, Э. Д. Конструкторско-технологическое обеспечение производства электронных средств [Текст] учеб. пособие Э. Д. Едренкин, Н. С. Колмакова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология приборостроения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 144, [1] с.

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*
Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Кудрин Л.П. Конструктивно-технологические параметры печатных плат: Учебное пособие. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Кудрин Л.П. Конструктивно-технологические параметры печатных плат: Учебное пособие. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебник / Н. К. Юрков. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1552-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168617
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ланин, В. Л. Технология производства электронных средств : учебное пособие / В. Л. Ланин. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 455 с. — ISBN 978-985-06-3167-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174678
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Третьяков, С.Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2016. — 102 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/91347
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Валетов, В.А. Технология приборостроения. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Валетов, К.П. Помпеев. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2013. — 234 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71133
5	Методические пособия для	Электронно-библиотечная	Богачек, Г. Д. Технология поверхностного монтажа. Автоматическая установка компонентов : учебное

самостоятельной работы студента	система издательства Лань	пособие / Г. Д. Богачек, И. В. Букрин, В. И. Иевлев. — Екатеринбург : УрФУ, 2018. — 104 с. — ISBN 978-5-7996-2267-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170136
---------------------------------	---------------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	1012 (3б)	Учебная лаборатория "Конструирование электронных средств", где размещены образцы электронных средств и их составляющих, а также библиотека НТД (ГОСТы, ОСТы, ТУ, справочники, образцы КД и др.) Используется проектор и экран.
Лекции	1012 (3б)	Учебная лаборатория "Конструирование электронных средств", где размещены образцы электронных средств и их составляющих, а также библиотека НТД (ГОСТы, ОСТы, ТУ, справочники, образцы КД и др.) Используется проектор и экран. Используется проектор и экран.