

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 12 » февраля 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Моделирование конструкций и технологических процессов**  
**производства электронных средств»**

Направление подготовки:

11.04.03 – "Конструирование и технология электронных средств"

Профиль – «Высокие технологии в проектировании и производстве электронных средств»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

*для набора 2015 года*

Семестр	Трудоёмкость зач. ед, /час	Лек- ций, час.	Практ. занятий, час.	Лабор. работ, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экза/зачёт)
1	3/108	-	18	-	63	экзамен (27)
<b>Итого:</b>	3/108	-	18	-	63	экзамен (27)

Владимир 2015

*Мед*

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основной целью курса "Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств" является углубление подхода к оптимальному проектированию электронных средств и принятию решений с помощью ЭВМ. Ядро курса посвящено освоению студентами расчетного анализа конструкций методом конечных элементов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина "Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств" относится к базовой части ОПОП ВО (код – Б1.Б.2) и изучается в первом семестре. Изучение дисциплины базируется на знании высшей математики, информатики и методов проектирования электронных средств. Полученные знания могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских работ и магистерской диссертации.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **1) Знать:**

- основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- как осуществляется постановка задачи исследования, формирование плана реализации исследования, выбор методов исследования и обработка результатов (ПК-1);

### **2) Уметь:**

- адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4);
- планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ПК-4);
- осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектов электронных средств (ПК-7);

### **3) Владеть:**

- моделированием объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)			Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек.	Практ.	СРС		
1	Основные подходы к построению математических моделей технологических процессов и конструкций и введение в метод конечных элементов	1	1-2		2	7	1 / 50 %	
2	Формулировка метода конечных элементов. Линейный анализ в механике твердого тела и механике конструкций		3-6		4	14	2 / 50 %	Рейтинг-контроль №1
3	Моделирование тепловых процессов и механических нагрузок ЭС с помощью пакетов прикладных программных средств.		7-14		8	28	4 / 50 %	Рейтинг-контроль №2
4	Математические модели процессов и объектов, методы их исследования.		15-18		4	14	2 / 50 %	Рейтинг-контроль №3
	<b>Итого</b>				<b>18</b>	<b>63</b>	<b>9 / 50 %</b>	<b>экзамен (27)</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций и т.п.) в сочетании с внеаудиторной работой.

По каждой работе разработаны методические указания, представленные в электронном виде. Компьютерные технологии используются при проведении занятий. Разработаны мультимедиа-презентации.

В рамках дисциплины «Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств» возможно привлечение представителей российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, организация мастер-классов экспертов и специалистов.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

По дисциплине «Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств» предусмотрено проведение текущего контроля, промежуточной аттестации (рейтинг-контроль) и итоговой аттестации в виде экзамена.

Текущий контроль успеваемости проводится на каждом практическом занятии.

### *Основные средства для текущего контроля успеваемости*

- 1) оценка выполнения заданий на практических занятиях;
- 2) оценка активности участия на занятиях;
- 3) рейтинг-контроль;
- 4) экспресс-опрос при проведении занятий;
- 5) индивидуальное собеседование, консультация.

Промежуточная аттестация осуществляется в виде рейтинг-контроля. Первый рейтинг-контроль проводится по итогам рейтинговой контрольной работы с учётом ответов на теоретические вопросы; во 2-м и 3-м рейтингах учитывается также выполнение текущих учебных заданий.

### *Вопросы для рейтинг-контроля*

Рейтинг	Вопросы
1	1-13
2	14-27
3	28-41

1. Кусочно-линейное восполнение сеточных функций.
2. Построение схемы МКЭ для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.
3. Существование и единственность приближенного решения МКЭ.
4. Свойства приближенного решения, исследование сходимости МКЭ.
5. МКЭ для уравнения Пуассона.
6. Разностная задача Дирихле для уравнения Пуассона.
7. Принцип максимума. Существование и единственность решения разностной задачи.
8. Принцип максимума. Оценка решений однородного и неоднородного уравнений.
9. Устойчивость и сходимость разностной задачи Дирихле.
10. Применение принципа максимума к нестационарным разностным задачам.
11. Монотонные разностные схемы.
12. Модельная задача.
13. Правила действий с матричными неравенствами.
14. Оценки скорости сходимости стационарных итерационных методов.
15. Применение методов Якоби и Зейделя к решению сеточных уравнений.
16. Алгебраическая теория попеременно треугольного итерационного метода.
17. Применение попеременно треугольного метода к модельной задаче.
18. Решение разностного уравнения Пуассона с использованием быстрого преобразования Фурье.
19. Метод матричной прогонки.
20. Метод редукции: вывод основных формул.
21. Метод редукции: обращение матриц и вычисление правых частей. Подсчет числа действий.
22. Разностные схемы как операторные уравнения.
23. Канонический вид и определения устойчивости двуслойных разностных схем.
24. Теорема об устойчивости по начальным данным двуслойных разностных схем.

25. Устойчивость несамосопряженных двуслойных разностных схем.
26. Канонический вид и условия устойчивости трехслойных разностных схем.
27. Продольно-поперечная схема для уравнения теплопроводности.
28. Квазилинейное уравнение теплопроводности.
29. Разностные схемы для уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами.
30. Разностные схемы для квазилинейного уравнения теплопроводности.
31. Разностная схема для слабо нелинейного эллиптического уравнения.
32. Итерационный метод решения нелинейной разностной схемы.
33. Метод конечного элемента (МКЭ)
34. Общая схема МКЭ. Формулировки МКЭ: вариационная (метод перемещений), метод Галеркина, метод наименьших квадратов.
35. Разбиение области на элементы.
36. Типы конечных элементов, их свойства.
37. Функции формы элемента. Некоторые семейства этих функций.
38. Преобразование из локальных координат в глобальные. Построение локальных и глобальной матриц жесткости.
39. Криволинейные изопараметрические элементы и численное интегрирование.
40. Вычисление результатов элемента.
41. Сходимость МКЭ.

### *Вопросы для подготовки к экзамену*

1. Физические проблемы проектирования электронных средств и их математические модели.
2. Конечно-элементный анализ при автоматизированного проектирования электронных средств.
3. Подходы к изучению метода конечных элементов.
4. Виды матриц. Равенство матриц, сложение и умножение на скаляр. Умножение матриц. Обратная матрица. Разбиение матриц.
5. Геометрическое представление векторов. Формирование векторов
6. Определение тензоров. Декартова система координат для представления тензоров.
7. Представление тензора напряжений в различных системах координат.
8. Стационарные задачи. Задачи о распространении.
9. Задачи о собственных значениях.
10. Дифференциальная модель и схема Галеркина, введение в решение методом конечных элементов.
11. Принцип виртуальных перемещений при решении дифференциальных уравнений.
12. Конечно-разностные методы.
13. Принцип виртуальных перемещений. Конечно элементные уравнения
14. Допущения, касающиеся равновесных напряжений. Постановка граничных условий для смещений.
15. Условия для напряжений и деформаций. Форменные и балочные элементы.
16. Элементы с плоскими напряжениями и плоскими деформациями.
17. Осесимметричные элементы.
18. Изгиб пластин и элементы типа оболочки.
19. Уравнения, определяющие реализацию процессов теплопередачи.
20. Уравнения для приращений. Конечно-элементная дискретизация уравнений теплопроводности.
21. Фильтрация. Анализ течений несжимаемой вязкой жидкости. Течение с большими числами Рейнольдса и Пекле.
22. Считывание информации об узловых точках и об элементах. Расчет матриц жесткости и масс элементов.
23. Расчет нагрузок в узлах. Объединение матриц в комплекс.
24. Расчет напряжений в элементах конструкций.

*Тесты для контроля самостоятельной работы студентов  
по отдельным разделам дисциплины*

**Раздел 1,2 [1;3;5;6;9-14].**

1. Модели, получаемые на основе изучения физических закономерностей функционирования проектируемого объекта – а) физические; б) математические; в) формальные; г) статистические.
2. Модели, получаемые на основе измерения и установления связи между основными параметрами объекта в тех случаях, когда физика работы его известна недостаточно полно – а) физические; б) математические; в) формальные; г) статистические.
3. Модели, отражающие состояние объекта проектирования при неизменных внешних параметрах и не учитывают его переходные характеристики – а) формальные; б) динамические; в) статические; г) статистические.
4. Модели, отражающие переходные процессы в объекте, происходящие при изменении во времени внешних параметров – а) формальные; б) динамические; в) статические; г) статистические.
5. Основной принцип системного подхода в моделировании систем – а) последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель, причем исследуемый объект выделяется из окружающей среды; б) рассматривать систему путем перехода от частного к общему и синтезировать (конструировать) систему путем слияния ее компонент, разрабатываемых отдельно; в) постепенное усложнение модели.
6. Основной принцип классического подхода в моделировании систем – а) последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель, причем исследуемый объект выделяется из окружающей среды; б) рассматривать систему путем перехода от частного к общему и синтезировать (конструировать) систему путем слияния ее компонент, разрабатываемых отдельно; в) постепенное усложнение модели.
7. Последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель, причем исследуемый объект выделяется из окружающей среды – а) системный подход в моделировании систем; б) классический подход в моделировании систем; в) индуктивный подход в моделировании систем.
8. Рассматривать систему путем перехода от частного к общему и синтезировать (конструировать) систему путем слияния ее компонент, разрабатываемых отдельно – а) системный подход в моделировании систем; б) классический подход в моделировании систем; в) индуктивный подход в моделировании систем.
9. В качестве детерминированных моделей, когда при исследовании случайные факторы не учитываются, для представления систем, функционирующих в непрерывном времени, используются: а) дифференциальные, интегральные, интегро-дифференциальные уравнения; б) конечные автоматы и конечно-разностные схемы; в) вероятностные автоматы; г) системы массового обслуживания.
10. В качестве моделей для представления систем, функционирующих в дискретном времени, используются: а) дифференциальные, интегральные, интегро-дифференциальные уравнения; б) конечные автоматы и конечно-разностные схемы; в) вероятностные автоматы; г) системы массового обслуживания.
11. В качестве стохастических моделей, когда при исследовании учитываются случайные факторы, для представления систем с дискретным временем используются: а) дифференциальные, интегральные, интегро-дифференциальные уравнения; б) конечные автоматы и конечно-разностные схемы; в) вероятностные автоматы г) системы массового обслуживания.
12. В качестве моделей для представления системы с непрерывным временем используются: а) дифференциальные, интегральные, интегро-дифференциальные уравнения; б) конечные автоматы и конечно-разностные схемы; в) вероятностные автоматы; г) системы массового обслуживания.

13. При построении математических моделей процессов функционирования систем дифференциальные уравнения используются при: а) непрерывно-детерминированном подходе; б) дискретно-детерминированном подходе; в) дискретно-стохастическом подходе; г) непрерывно-стохастическом подходе; д) обобщенном или универсальном подходе.
14. При построении математических моделей процессов функционирования систем конечные автоматы используются при: а) непрерывно-детерминированном подходе; б) дискретно-детерминированном подходе; в) дискретно-стохастическом подходе; г) непрерывно-стохастическом подходе; д) обобщенном или универсальном подходе.
15. При построении математических моделей процессов функционирования систем вероятностные автоматы используются при: а) непрерывно-детерминированном подходе; б) дискретно-детерминированном подходе; в) дискретно-стохастическом подходе; г) непрерывно-стохастическом подходе; д) обобщенном или универсальном подходе.
16. При построении математических моделей процессов функционирования систем системы массового обслуживания используются при: а) непрерывно-детерминированном подходе; б) дискретно-детерминированном подходе; в) дискретно-стохастическом подходе; г) непрерывно-стохастическом подходе; д) обобщенном или универсальном подходе.
17. При построении математических моделей процессов функционирования систем агрегативные системы используются при: а) непрерывно-детерминированном подходе; б) дискретно-детерминированном подходе; в) дискретно-стохастическом подходе; г) непрерывно-стохастическом подходе; д) обобщенном или универсальном подходе.
18. На каком уровне моделирования математической моделью технологического объекта является система дифференциальных уравнений с заданными краевыми условиями, точное решение которых возможно только для частных случаев: а) макроуровне; б) микроуровне; в) метауровне.
19. На каком уровне моделирования математической моделью технологического объекта является система дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями, построенными на основе сочетания компонентных уравнений отдельных элементов технологического процесса с топологическими уравнениями: а) макроуровне; б) микроуровне; в) метауровне.
20. На каком уровне моделирования технологического объекта используют стохастические методы событийного моделирования: а) макроуровне; б) микроуровне; в) метауровне.

### **Раздел 3 [2;4;5;7;8;11].**

21. Задаёт общий порядок действий при моделировании системы без каких-либо уточняющих деталей и показывает, что необходимо выполнить на очередном шаге моделирования: а) обобщенная (укрупненная) схема моделирующего алгоритма; б) детальная схема моделирующего алгоритма; в) логическая схема моделирующего алгоритма.
22. Содержит уточнения, отсутствующие в обобщенной схеме и показывает не только, что следует выполнить на очередном шаге моделирования системы, но и как это выполнить: а) обобщенная (укрупненная) схема моделирующего алгоритма; б) детальная схема моделирующего алгоритма; в) логическая схема моделирующего алгоритма.
23. Представляет собой логическую структуру модели процесса функционирования системы и указывает упорядоченную во времени последовательность логических операций, связанных с решением задачи моделирования: а) обобщенная (укрупненная) схема моделирующего алгоритма; б) детальная схема моделирующего алгоритма; в) логическая схема моделирующего алгоритма.
24. Методика построения математических моделей объектов аналитическим методом сводится к следующей последовательности действий: а) составление уравнений статики или динамики объекта моделирования; б) выбор метода решения уравнений математического описания объекта, разработка алгоритма и составление программы; в) изучение свойств объекта моделирования на математической модели; г) Физическое описание объекта моделирования; д) определение начальных и граничных условий моделирования; е) проверка соответствия (адекватности) модели объекту.

25. Расположите основные этапы разработки и исследования моделей на компьютере в правильной последовательности: а) анализ полученных результатов и корректировка исследуемой модели; б) проведение компьютерного эксперимента; в) построение описательной информационной модели; г) преобразование в компьютерную модель; д) создание формализованной модели.
26. Расположите этапы компьютерного моделирования в правильной последовательности: а) анализ результатов моделирования; б) тестирование модели; в) разработка компьютерной модели; г) разработка информационной модели; д) описание задачи; е) исследование модели; ж) определение целей моделирования.
27. Выделите основные требования к модели. Модель должна быть: а) актуальной; б) аналитической; в) результативной; г) достоверной; д) открытой; е) экономичной; ж) материальной
28. Какое требование к модели определяет степень совпадения расчетных и истинных результатов (степень соответствия оценок одноименных свойств объекта и модели). а) адекватность; б) точность; в) экономичность.
29. Если модель отражает заданные свойства объекта с приемлемой точностью и оценивается перечнем отражаемых свойств и областями в пространстве параметров, в пределах которых погрешности модели остаются в допустимых пределах, то она считается — а) адекватной; б) точной; в) экономичной.
30. Предложите методику построения модели технологической операции установки SMD компонента на печатную плату
31. Предложите методику моделирования технологического процесса изготовления многослойной печатной платы
32. Предложите методику моделирования конструкции однослойной печатной платы

#### **Раздел 4 [1;4;7;9-11;14].**

33. Для этого вида моделирования характерно то, что процессы функционирования системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений). Такие модели математически верно отражают связь между входными и выходными переменными и параметрами. Но их структура не отражает внутреннюю структуру объекта. а) аналитическое моделирование; б) физическое моделирование; в) имитационное моделирование.
34. При таком виде моделирования реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени. Модели позволяют легко учитывать наличие дискретных или непрерывных элементов, нелинейные характеристики, случайные воздействия и др. Такие модели не только по свойствам, но и по структуре соответствуют моделируемому объекту. При этом имеется однозначное и явное соответствие между процессами, получаемыми на модели, и процессами, протекающими на объекте: а) аналитического; б) физического моделирование; в) имитационное моделирование; г) аналитическое моделирование.
35. На каком уровне математические модели производственного процесса отражают физические процессы и описывают процессы на уровне перехода: а) микроуровне; б) макроуровне; в) метауровне.
36. На каком уровне математические модели производственного процесса описывают технологические процессы: а) микроуровне; б) макроуровне; в) метауровне.
37. На каком уровне математические модели производственного процесса описывают технологические системы (участки, цехи, предприятие в целом): а) микроуровне; б) макроуровне; в) метауровне.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) основная литература*

1. Метод конечных элементов в решении задач механики несущих систем: Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 200 с. - ISBN 978-5-93093-0054-6.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859309300546.html>.
2. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации / Алямовский А.А. - М. : ДМК Пресс, 2015. - 562 с.: ил. - ISBN 978-5-97060-140-2.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601402.html>.
3. Методы решения организационных задач: Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 336 с. - ISBN 978-5-4323-0056-0.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300560.html>.

### *б) дополнительная литература*

4. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум / Королёв А.Л. - М. : БИНОМ, 2013. - 296 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2255-8.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322558.html>
5. Метод конечных элементов в расчёте сооружений. Теория, алгоритм, примеры расчётов в программном комплексе SIMULIA Abaqus. Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 288 стр. - ISBN 978-5-4323-0090-4.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300904.html>.
6. Метод дополнительных конечных элементов для расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям : Монография / Ермакова А.В. - М. : Издательство АСВ, 2007. - 128 с. - ISBN 978-5-93093-519-6.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930935196.html>.
7. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Пытьев Ю.П. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 428 с. - ISBN 978-5-9221-1276-5.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112765.html>.

### *в) периодические издания*

8. Журнал «Проектирование и технология электронных средств» (Библиотека ВлГУ).
9. Журнал «Автоматизация. Современные технологии» (Библиотека ВлГУ).
10. Журнал «Автоматизация в промышленности» (Библиотека ВлГУ).

### *г) интернет-ресурсы*

11. <http://window.edu.ru/>.
12. <http://elibrary.ru/>.
13. <http://www.glossary.ru/>.
14. <http://www.studentlibrary.ru/>.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях 323-3 и 330-3, оснащённой рабочими станциями, с установленным программным обеспечением SolidWorks, а для оформления отчётов – средствами MS Office. Практикум обеспечен методическими указаниями, представленными на электронных носителях.

При изучении курса студенты имеют возможность использовать материалы, размещённые на сервере кафедры (программа курса; перечень основной и дополнительной литературы; дополнительный теоретический материал; материалы для самоконтроля), работать в Интернете в библиотеке ВлГУ, а также пользуясь ресурсами компьютерных классов кафедры (лаб.330-3, 202-3, 503-3).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.03 – "Конструирование и технология электронных средств".

Рабочую программу составил доцент С.В. Шумарин 

Рецензент:

инженер по оборудованию

ООО «Вистеон Автоприбор Электроникс», к.т.н. П.В. Кутровский 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ  
Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Заведующий кафедрой Л.Т. Сушкова 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.03 – "Конструирование и технология электронных средств"  
Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Председатель комиссии Л.Т. Сушкова 

#### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

«Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств», разработанную доцентом кафедры биомедицинских и электронных средств и технологий Шумариным С.В.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств» предназначена для студентов 1 курса, обучающихся по направлению 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств" (программа – "Высокие технологии в проектировании и производстве электронных средств").

Дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО части и изучается в 1 семестре. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 часов, в том числе 18 часов контактной работы (18 часов практических занятий).

Целью освоения дисциплины является углубление подхода к оптимальному проектированию электронных средств и принятию решений с помощью ЭВМ. Ядро курса составляют алгоритмические методы нахождения оптимальных решений. В программе указан перечень и описание компетенций, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины. Приводится перечень вопросов для текущего контроля успеваемости, для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена. Содержание экзаменационных вопросов соответствует требованиям к уровню знаний выпускника бакалаврской подготовки по данной профессиональной образовательной программе. Рабочая программа предусматривает применение мультимедиа технологий при проведении занятий.

Рабочая программа соответствует ФГОС ВО по направлению 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств", требованиям работодателей и может быть использована для обеспечения образовательной программы по указанному направлению.

Инженер по оборудованию

ООО «Вистеон Автоприбор Электроникс»

к.т.н.

Подпись Кутровского П.В. удостоверяю

Специалист по работе с персоналом



Кутровский П.В.

Тарасова Е.Н.