

3.1. ПРИМЕРНАЯ БАЗОВАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Утверждаю
Первый проректор —
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
_____ Б.В. Падалкин
«__» _____ 20__ г.

Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра ИУ4 «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сквозная поддержка жизненного цикла изделий приборостроения»

для направления подготовки (уровень магистратуры):
12.03.01 «Приборостроение»

Авторы программы:
Куриносенко А.Е., доцент
Захаржевский С.Б., старший преподаватель

Москва, 2024

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с основной профессиональной образовательной программой (ОПОП) и учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана, составленными на основе самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта (СУОС 3++) по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (уровень магистратуры).

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой.

Раздел 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: изучение моделей, методов и средств автоматизированной поддержки жизненного цикла изделий приборостроения на этапах конструкторского и технологического проектирования. Предметом изучения являются математические модели, методы и программные средства, используемые для автоматизации поддержки жизненного цикла изделий приборостроения. Материал курса является основой для выполнения выпускной квалификационной работы магистра.

Задачей дисциплины является изучение:

- изучение концепции цифровой трансформации промышленности «Индустрия 5.0»;
- изучение и освоение концепции «цифрового двойника»;
- освоение программных средств поддержки жизненного цикла электронных средств на этапах конструкторского и технологического проектирования;
- освоение подходов к инженерному анализу конструкций на этапе конструкторского проектирования;
- получение навыков выполнения автоматизированной технологической подготовки производства.

Примечание. Изучение данной дисциплины базируется на следующих курсах (разделах курсов):

- «Начертательная геометрия»;
- «Инженерная и компьютерная графика»;
- «Материаловедение и материалы электронных средств»;
- «Физика»;
- «Основы конструирования приборов»;
- «Конструкторское проектирование электронных средств»;
- «Автоматизация проектирования электронных средств»;

- «Теоретические основы конструирования и надежности электронных средств».
- После освоения данной дисциплины студент подготовлен для изучения следующих курсов учебного плана:
- «Подготовка и защита ВКРМ».

Раздел 2. Знания, умения и навыки, получаемые после освоения дисциплины

2.1. Студент должен знать:

- методики выполнения расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;
- методы создания проектной и технической документации;
- методы разработки и управления проектами;
- понятие жизненного цикла изделия, а также задачи управления жизненным циклом изделия на различных этапах;
- архитектуру систем поддержки жизненного цикла изделия, состав программных средств, принципы их работы;
- принципы хранения, учета, изменения и обращения электронных документов по изделию при коллективной работе над проектом;
- методы и средства инженерного анализа деталей и сборок изделий приборостроения;
- методы и средства автоматизации технологической подготовки производства.

2.2. Студент должен уметь:

- выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации;
- разрабатывать проектную и техническую документацию в соответствии со стандартами ЕСКД и ЕСТД;
- разрабатывать комплекты научно-технической документации согласно требованиям стандартов и регламентов с использованием систем поддержки жизненного цикла изделия.
- осуществлять электронный документооборот в системе поддержки жизненного цикла изделия.
- создавать модели, пригодные для проведения инженерного анализа конструкций, анализировать и визуализировать результаты;
- осуществлять автоматизированную технологическую подготовку производства нового изделия и создание цифровых моделей вновь создаваемых производств.

2.3. Студент должен владеть:

-
- инструментарием прикладной САПР по созданию и редактированию моделей и конструкторской/технологической документации на разрабатываемое изделие приборостроения;
 - методами управления проектом изделия приборостроения;
 - способами взаимодействия с различными САПР и другими источниками данных;
 - навыками проведения инженерного анализа в среде САПР, оптимизации конструкций по результатам анализа;
 - навыками выполнения работ по технологической подготовке производства с применением средств автоматизации.

Раздел 3. Объём дисциплины по видам учебных занятий

Виды учебной работы	Объём по семестрам, ч		
	Всего	1 семестр	2 семестр
Объём дисциплины (всего)	252	144	108
1. Аудиторная работа (всего)	136	34	68
лекции (Л)	34	17	17
семинары (С)	68	34	34
Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)	150	93	57
проработка учебного материала лекций	8	4	4
подготовка к семинарам	16	8	8
подготовка к рубежным контролям	9	3	6
выполнение домашнего задания	9	9	–
подготовка к экзамену	36	–	36
другие виды самостоятельной работы	72	69	3
Вид промежуточной аттестации обучающегося		зачет	экзамен

Раздел 4. Содержание дисциплины по модулям

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий, часы		
		Л	С	СР
1 семестр				
1	Поддержка жизненного цикла электронных средств на предварительных этапах и этапе конструирования	9	17	51
2	Поддержка жизненного цикла электронных средств на этапе инженерного анализа	8	17	42
2 семестр				
3	Поддержка жизненного цикла электронных средств на этапе подготовки производства. Анализ и синтез цифровых производств	8	17	10
4	Поддержка жизненного цикла электронных средств на этапе подготовки производства. Дискретное имитационное моделирование производств	9	17	11
5	Экзамен	–	–	36
	ИТОГО	34	68	150

Раздел 5. Содержание дисциплины по разделам

№ п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
1 семестр		
1	«Поддержка жизненного цикла электронных средств на предварительных этапах и этапе конструирования»	
	Лекции	9
1.1	Введение в концепцию сквозной поддержки жизненного цикла изделий приборостроения.	1
1.2	Основы традиционного подхода к управлению жизненным циклом электронных изделий на примере PLM-системы Teamcenter.	1
1.3	Генеративное проектирование.	1
1.4	Обратный инжиниринг и объединенное моделирование.	1
1.5	Моделирование свободных форм.	1
1.6	Бесчертежная технология подготовки конструкторской документации.	1
1.7	Совместная работа в ECAD/MCAD-системах. Электропроводка.	1
1.8	Совместная работа в ECAD/MCAD-системах. Печатные платы.	1
1.9	Управление проектными данными.	1
	Семинары	17
С1.1	Практическая работа в компьютерном классе №1 (Генеративное проектирование: топологическая оптимизация модели).	2
С1.2	Практическая работа в компьютерном классе №2 (Обратный инжиниринг и объединенное моделирование: восстановление аналитической геометрии и моделирование с использованием фасетных моделей).	2
С1.3	Практическая работа в компьютерном классе №3 (Моделирование свободных форм: создание корпусных деталей по дизайнерским эскизам).	2
С1.4	Практическая работа в компьютерном классе №4 (Бесчертежная технология подготовки конструкторской документации: создание видов модели с PMI).	2
С1.5	Практическая работа в компьютерном классе №5 (Совместная работа в ECAD/MCAD-системах. электропроводка: параллельная работа конструкторов электрической и механической составляющих изделия).	1
С1.6	Практическая работа в компьютерном классе №6 (Совместная работа в ECAD/MCAD-системах. печатные платы: параллельная работа конструкторов электронной и механической составляющих изделия).	2
С1.7	Практическая работа в компьютерном классе №7 (Управление проектными данными: задание параметров хранилища документов и дополнительных атрибутов).	1
С1.8	Практическая работа в компьютерном классе №8 (Управление проектными данными: задание правил именования документа и правил управления жизненным циклом документов).	1

№ п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
C1.9	Практическая работа в компьютерном классе №9 (Управление проектными данными: организация и выполнение поиска).	1
C1.10	Практическая работа в компьютерном классе №10 (Управление проектными данными: работа с ревизиями).	1
C1.11	Практическая работа в компьютерном классе №11 (Управление проектными данными: выполнение групповых операций над данными проекта).	1
C1.12	Практическая работа в компьютерном классе №12 (Управление проектными данными: создание полного пакета проекта).	1
Самостоятельная работа		42
CP1.1	Проработка учебного материала лекций	2
CP1.2	Подготовка к семинарам	4
CP1.3	Подготовка к рубежному контролю	3
CP1.4	Другие виды самостоятельной работы	33
2	«Поддержка жизненного цикла электронных средств на этапе инженерного анализа»	
	Лекции	8
2.1	Концепция систем инженерного анализа изделий приборостроения в рамках поддержки жизненного цикла.	1
2.2	Создание расчетной модели.	1
2.3	Проведение статического и модального анализа.	1
2.4	Расчет на воздействие ударов и вибраций.	1
2.5	Анализ тепловых режимов.	1
2.6	Введение в расчет тепловых режимов изделий приборостроения с применением методов вычислительной гидро- и газодинамики.	1
2.7	Методика CFD-анализа модели.	1
2.8	Анализ результатов.	1
	Семинары	17
C2.1	Практическая работа в компьютерном классе №13 (Модели идеализированных компонентов: 2R-модели).	1
C2.2	Практическая работа в компьютерном классе №14 (Модели идеализированных компонентов: принудительное охлаждение с помощью вентиляторов).	1
C2.3	Практическая работа в компьютерном классе №15 (Модели идеализированных компонентов: тепловые трубки).	1
C2.4	Практическая работа в компьютерном классе №16 (Модели идеализированных компонентов: элементы Пельтье).	1
C2.5	Практическая работа в компьютерном классе №17 (Модели идеализированных компонентов: печатные платы).	1
C2.6	Практическая работа в компьютерном классе №18 (Модель Джоулева нагрева).	1
C2.7	Практическая работа в компьютерном классе №19 (Модель конвективного теплообмена).	1
C2.8	Практическая работа в компьютерном классе №20 (Модель тепловой шины).	1
C2.9	Практическая работа в компьютерном классе №21 (Модель пара-	1

№ п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
	метрического анализа).	
C2.10	Практическая работа в компьютерном классе №22 (Создание проекта и задание параметров CFD-анализа).	1
C2.11	Практическая работа в компьютерном классе №23 (Назначение условий для элементов).	1
C2.12	Практическая работа в компьютерном классе №24 (Анализ результатов CFD-анализа).	1
C2.13	Практическая работа в компьютерном классе №25 (Моделирование биметаллических пластин).	1
C2.14	Практическая работа в компьютерном классе №26 (Анализ теплового режима блока с естественным охлаждением в конструкторской САПР).	1
C2.15	Практическая работа в компьютерном классе №27 (Анализ теплового режима блока с естественным охлаждением в САПР гидрогазодинамического анализа).	1
C2.16	Практическая работа в компьютерном классе №28 (Анализ теплового режима блока с принудительным охлаждением в САПР гидрогазодинамического анализа).	2
	Самостоятельная работа	51
CP2.1	Проработка учебного материала лекций	2
CP2.2	Подготовка к семинарам	4
CP2.3	Выполнение домашнего задания	9
CP2.4	Другие виды самостоятельной работы	36
	2 семестр	
3	«Поддержка жизненного цикла электронных средств на этапе подготовки производства. Анализ и синтез цифровых производств»	
	Лекции	8
3.1	Введение в современную концепцию автоматизированной подготовки производства.	1
3.2	Подготовка запуска нового изделия в производство.	1
3.3	Обеспечение прослеживаемости в процессе производства.	1
3.4	Описание модулей программных средств автоматизированной подготовки производства.	1
3.5	Комплексная методика синтеза производственных систем.	2
3.6	Методика моделирования и анализа цифрового производства.	2
	Семинары	17
C3.1	Практическая работа в компьютерном классе №29.1 (Создание 3D-модели сборочного оборудования: автомат установки компонентов).	4
C3.2	Практическая работа в компьютерном классе №29.2 (Создание 3D-модели сборочного оборудования: автомат трафаретной печати).	3
C3.3	Практическая работа в компьютерном классе №29.3 (Создание 3D-модели сборочного оборудования: печь пайки оплавлением).	3
C3.4	Практическая работа в компьютерном классе №29.4 (Создание 3D-модели сборочного оборудования: конвейеры и вспомогательное оборудование).	3

№ п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
С3.5	Практическая работа в компьютерном классе №29.5 (Создание 3D-модели сборочного оборудования: ручной установщик компонентов).	4
	Самостоятельная работа	10
СР3.1	Проработка учебного материала лекций	2
СР3.2	Подготовка к семинарам	4
СР3.3	Подготовка к рубежному контролю №1	3
СР3.4	Другие виды самостоятельной работы	1
4	«Поддержка жизненного цикла электронных средств на этапе подготовки производства. Дискретное имитационное моделирование производств»	
	Лекции	9
4.1	Моделирование типового изделия приборостроения и технологического процесса сборки.	1
4.2	Моделирование автоматизированного технологического оборудования и оснащения.	1
4.3	Автоматизация моделирования ручных сборочных операций.	2
4.4	Наполнение базы данных объектов имитационного моделирования.	1
4.5	Создание анимации и обработка событий.	1
4.6	Настройка имитационного моделирования.	1
4.7	Имитационная модель технологической сборочной линии.	2
	Семинары	17
С4.1	Практическая работа в компьютерном классе №30 (Декомпозиция производственных объектов и построение имитационной модели для ручных операций сборки).	3
С4.2	Практическая работа в компьютерном классе №31 (Экспорт модели оборудования для ручных операций в модуль Plant Simulation и настройка первоначальной кинематики и подвижного объекта).	4
С4.3	Практическая работа в компьютерном классе №32 (Экспорт модели в модуль Jask, настройка манекенов и выполнение имитационного моделирования).	4
С4.4	Практическая работа в компьютерном классе №33 (Анализ результатов имитационного моделирования технологической линии).	3
С4.5	Практическая работа в компьютерном классе №34 (Анализ результатов имитационного моделирования ручных операций сборки).	3
	Самостоятельная работа	11
СР4.1	Проработка учебного материала лекций	2
СР4.2	Подготовка к семинарам	4
СР4.3	Подготовка к рубежному контролю №2	3
СР4.4	Другие виды самостоятельной работы	2
5	Экзамен	36
СР5.1	Подготовка к экзамену	36

Самостоятельная проработка курса лекций. Самостоятельная проработка курса лекций проводится по литературе, приведенной в разделе 7.

Домашнее задание

1 семестр. Выдача – 7-я неделя, сдача – 15-я неделя. Построение 3D-моделей деталей/сборочных единиц с оформлением КД в бесчертежном формате: виды моделей с PMI.

Рубежные контроли

РК1 (1 семестр, 8-я неделя). Модификация конструкции изделия и комплекта КД на него с обеспечением целостности проектных данных.

РК2 (2 семестр, 8-я неделя). Инженерный анализ тепловых режимов конструкций.

РК3 (2 семестр, 16-я неделя). Имитационное моделирование технологической сборочной линии.

Раздел 6. Учебно-методические материалы

Для обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине сформирован методический комплекс, включающий следующие учебно-методические материалы:

- программа курса;
- учебники и учебные пособия, в т.ч. в электронном виде;
- комплект электронных презентаций для проведения лекционных занятий;
- комплект заданий для семинарских занятий и указаний по их выполнению в печатном и электронном виде;
- комплект индивидуальных домашних заданий по дисциплине;
- набор вопросов и заданий для самоконтроля усвоения материала дисциплины, текущего и промежуточного контроля;
- дополнительные учебные материалы в виде статей по теме дисциплины (на русском и английском языках);
- список адресов сайтов сети Интернет (на русском и английском языках), содержащих актуальную информацию по теме дисциплины;
- видеоресурсы по дисциплине (видеопособия, записи вебинаров, учебные видеофильмы).

Раздел 7. Литература

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Учебник для вузов под ред. В. А. Шахнова – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002. 527 с.
2. Захаржевский С.Б., Курносенко А.Е. Расчет изделий электроники на механические и тепловые воздействия в САПР Creo. Учебное пособие для студентов по направлению «Конструирование и технология электронных средств». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 56 с.: ил.
3. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 272 с.: ил.
4. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 – 320 с.: ил.
5. Хохленков Р. В. Solid Edge с синхронной технологией. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 376 с.: ил.
6. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.: ил.
7. Тороп Д., Терликов В. Teamcenter. Начало работы – М.: ДМК Пресс, 2011. – 280 с.: ил.
8. Буланов А., Шевченко О., Гусаров С. Wildfire 3.0. Первые шаги. – М.: Помагур, 2008. – 240 с.: ил.
9. Минеев М. Pro/Engineer Wildfire 2.0/3.0/4.0. Самоучитель. – М.: Наука и Техника, 2008. – 352 с.: ил.

10. Шимкович Д. Г. Femap & Nastran. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 702 с.: ил. (Серия «Проектирование»)
11. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.: ил.
12. Чемоданова Т.В. Pro/Engineer: Деталь. Сборка. Чертеж. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.: ил.
13. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф. и др. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.: ил.
14. Артамонов И.А., Гончаров П.С., Денисихин С.В. и др. NX Advanced Simulation. Практическое пособие – М.: ДМК Пресс, 2014. – 112 с.: ил.
15. Prof. Sham Tickoo. Solid Edge ST6 for Designers. – CAD/CIM Technologies, 2014. – 752 p.
16. Prof. Sham Tickoo. NX10.0 for Designers. 9th edition. – CAD/CIM Technologies, 2016. – 800 p.
17. Pazuł Wyndorps. 3D-Konstruktion mit Creo Parametric. – Verlag Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 2013. – 331 p.