

4.3. СПЕЦИФИКАЦИЯ УЧЕБНЫХ ВИДЕО- И АУДИОМАТЕРИАЛОВ, СЛАЙДОВ, ЭСКИЗОВ, ПЛАКАТОВ И ДРУГИХ ДИДАКТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В данном разделе приведен типовой пример оформления слайдов к разделам лекций по курсу «Сквозная поддержка жизненного цикла изделий приборостроения». На первой лекции необходимо ознакомить студентов с целью и задачами курса, а также дать краткую информацию по структуре курса. Рекомендуемая структуры для оформления схемы слайда приведен на рисунке 3.4.



Рис. 3.4. Концептуальная схема слайда к лекции


Примеры оформления слайдов к лекциям приведены на рисунках ниже.



Рис. 3.5. Пример слайда к лекции «Понятие жизненного цикла изделия приборостроения»

Работа с данными сторонних САПР

Автоматическое добавление связей

Команда Автодобавление сборочных связей  на вкладке Главная в группе Связи.

Порядок работы:

1. Конструктором выбирается **набор деталей**, для которых создаются связи.
2. Конструктором определяется допустимый **набор типов** накладываемых связей.
3. Система предлагает **готовые связи**, которые можно **оставить** в сборке.

1

2

Кафедра ИУ4 «Проектирование и технология производства ЭА»

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Рис. 3.6. Пример слайда к лекции «Работа с данными сторонних САПР»

Математический аппарат

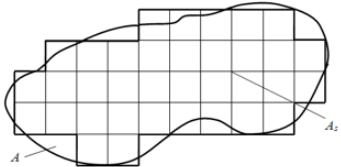
Уравнения, описывающие движение потока жидкости или газа:

Уравнения Навье – Стокса в общем виде
(для ламинарных потоков)


$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \mathbf{T} + f$$

Уравнения Навье – Стокса, осредненные по Рейнольдсу
(для турбулентных потоков)

$$\rho \bar{u}_j \cdot \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = \rho \bar{f}_j + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[-\bar{p} \delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \rho \overline{u'_i u'_j} \right]$$



Разбиение области пространства на дискретные элементы



Кафедра ИУ4 «Проектирование и технология производства ЭА»




Рис. 3.7. Пример слайда к лекции «Введение в расчет тепловых режимов изделий приборостроения с применением методов вычислительной гидро- и газодинамики»

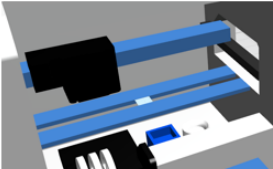
Настройка кинематики блока сборочных головок

Создание путей анимации

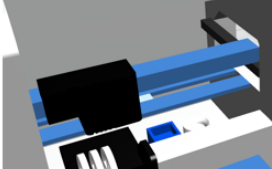
Вид	Тип	Добавить...
toFollower	Линей	Показать
toCamera	Линей	Показать
toFCS	Линей	Показать
toFollower	Линей	Показать
toStart	Линей	Показать

Тестовый путь
Коэффициент: 1 назад вперед пауза сброс


Начальное положение блока



Движение блока к питателям



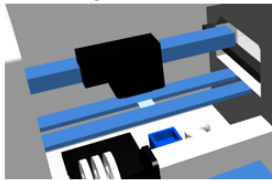
Обработка событий с помощью методов, написанных на языке Simtalk




Прохождение через камеры



Положение установки компонента





Кафедра ИУ4 «Проектирование и технология производства ЭА»




Рис. 3.8. Пример слайда к лекции «Моделирование автоматизированного оборудования и оснащения»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплект учебно-методического обеспечения по дисциплине «Поддержка жизненного цикла объектов приборостроения» подготовлен на основе единой концепции создания учебных пособий и методических материалов, входит в комплекс дисциплин подготовки бакалавров и магистров по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (уровень бакалавриата).

Конспект лекций по дисциплине содержит рекомендации по организации и проведению лекционных и семинарских занятий, перечень слайдов, типовых плакатов и другие дидактические материалы, необходимые профессорско-преподавательскому составу для ее преподавания.

Структура и состав учебно-методического обеспечения соответствуют требованиям федеральных законов от 10.07.1992 г. № 3266-1-ФЗ «Об образовании» (с изменениями и дополнениями) и от 22.08.1996 г. № 125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» (с изменениями и дополнениями), Типового положения об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении), утвержденного постановлением Правительства РФ от 14 февраля 2008 г. № 71.

В заключение авторы выражают надежду на то, что представленные материалы будут полезны при подготовке к лекционным и семинарским занятиям и тем представителям профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, которые уже освоили преподавание указанной дисциплины, и тем его представителям, которым еще предстоит это сделать.

Данный УМК разработан сотрудниками кафедры ИУ4 «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» и кафедры ИУК1 «Проектирование и технология производства электронных приборов» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС), основной профессиональной образовательной программой и учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (уровень бакалавриата).

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. Курносенко А.Е., Власов А.И., Демин А.А. Дискретное имитационное моделирование ручных операций сборки электронных модулей на печатных платах – Автоматизация в промышленности. 2022. № 5. С. 17-20.
3. Курносенко А.Е., Власов А.И. Применение многоуровневой декомпозиции для создания цифрового двойника сборочного производства электронной аппаратуры – Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. № 3 (27). С. 126-134.
4. Курносенко А.Е. Цифровые двойники и цифровое производство – В сборнике: Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование. Материалы конференции. Москва, 2021. С. 297-301.
5. Курносенко А.Е., Шахнов В.А. Цифровая трансформация при подготовке производства изделий электроники – Автоматизация. Современные технологии. 2021. Т. 75. № 2. С. 51-56.
6. Курносенко А.Е., Шерстюк А.Е. Подготовка модели автомата установки компонентов на печатные платы для имитационного моделирования операции сборки – Автоматизация в промышленности. 2021. № 5. С. 28-32.
7. Курносенко А.Е., Левин И.В., Семенякина В.О., Захаров Е.Р., Шерстюк А.Е. Методы и средства имитационного моделирования при изучении технологической подготовки производства электронной техники – В сборнике: Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения. Сборник трудов Международного форума. 2020. С. 310-314.
8. Курносенко А.Е., Никольский Т.В., Ломаченко А.С. Подготовка модели оборудования к выполнению имитационного моделирования в САПР – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 2 (178). С. 24-30.
9. Шахнов В.А., Курносенко А.Е. Моделирование цифрового производства электронной аппаратуры в рамках концепции «Индустрия 4.0» – В сборнике: Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии. Материалы I Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор В.В. Акбердина. 2019. С. 585-594.
10. Никольский Т.В., Ломаченко А.С., Курносенко А.Е. Применение модуля Jack/Simulate human для имитационного моделирования операций сборки электроники – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2019. № 2 (174). С. 21-25.

11. Курносенко А.Е., Лошак Д.И. Анализ тепловых режимов электронной аппаратуры с помощью модулей CFD- анализа – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2019. № 3 (175). С. 44-50.
12. Левин И.В., Курносенко А.Е., Машина Н.А. Решения для проектирования, моделирования и оптимизации производств электронной аппаратуры – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2018. № 1 (169). С. 26-32.
13. Курносенко А.Е., Харитонов К.П. Применение PLM-системы Teamcenter для управления жизненным циклом электронных изделий – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2018. № 2 (170). С. 56-62.
14. Охломенко И.В., Курносенко А.Е. Анализ методов моделирования движений человека в виртуальной реальности – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2018. № 3 (171). С. 42-48.
15. Курносенко А.Е., Харитонов К.П. Применение системы управления данными об изделии Teamcenter при технологической подготовке производства – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2018. № 4 (172). С. 42-48.
16. Кокарев В.В., Курносенко А.Е. Анализ электронных модулей на механические воздействия средствами САПР NX Advanced Simulation – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2017. № 1 (165). С. 33-38.
17. Захаржевский С.Б., Качалова А.М., Курносенко А.Е., Соловьев В.А. Концепция построения специализированного пре- и постпроцессора для инженерного анализа моделей электронной аппаратуры в САЕ-системах (обзор) – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2016. № 3 (163). С. 56-63.
18. Захаржевский С.Б., Качалова А.М., Курносенко А.Е., Соловьев В.А. Анализ подходов к автоматизации инженерного анализа при сквозном проектировании электронной аппаратуры (обзор) – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2016. № 3 (163). С. 64-72.
19. Иванов Ю.В., Курносенко А.Е. Программный комплекс «Контур» для проектирования роботизированных комплексов сборки электронной аппаратуры в многономенклатурном производстве – Инженерный вестник. 2013. № 3. С. 4.
20. Иванов Ю.В., Курносенко А.Е. Основные задачи, решаемые программным комплексом «Контур» компьютерного проектирования роботизированных средств ГАСК сборки электронной аппаратуры в условиях многономенклатурного производства – Сборка в машиностроении, приборостроении. 2016. № 9. С. 36-46.
21. Гончаренко А.М., Курносенко А.Е., Костиков В.Г., Лавров А.В., Соловьев В.А. сквозное проектирование сборок на печатных платах с применением систем Altium Designer и Solidworks – Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 12. С. 62-71.
22. Курносенко А., Шулика Е. Отечественное оборудование для полного цикла мелкосерийного SMD- монтажа – Технологии в электронной промышленности. 2015. № 2 (78). С. 52-56.
23. Курносенко А.Е., Соловьев В.А., Арабов Д.И. программные модули для организации совместного проектирования электронной и механической составляющих изделия в САПР Solid Edge/NX – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2014. № 3 (155). С. 85-89.

24. Курносенко А. Установщик SMP-330: многофункциональное эргономичное решение для ручной установки SMD-компонентов – Технологии в электронной промышленности. 2014. № 6 (74). С. 48-49.
25. 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». Москва, МГТУ, 2013 – 56 с.: ил.
26. Иванов Ю.В., Курносенко А.Е. Специальное программное обеспечение автоматизированной разработки структур ГАСК многономенклатурного производства электронной аппаратуры – Москва, МГТУ, 2002.
27. 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.
28. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 – 320 с.: ил.
29. Хохленков Р. В. Solid Edge с синхронной технологией. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 376 с.: ил.
30. Группа компаний «ПЛМ Урал». Требования к электронным моделям изделия при работе по бесчертежной технологии, 2017. <https://www.plm-ural.ru/sites/default/files/2021-11/standart-po-rabote-s-em.pdf>
31. Группа компаний «ПЛМ Урал». Требования к оформлению технологических эскизов при бесчертежной технологии проектирования, 2019. <https://www.plm-ural.ru/sites/default/files/2021-11/standart-dlya-tekhnologov-pmi.pdf>
32. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.: ил.
33. Торон Д., Терликов В. Teamcenter. Начало работы – М.: ДМК Пресс, 2011. – 280 с.: ил.
34. Буланов А., Шевченко О., Гусаров С. Wildfire 3.0. Первые шаги. – М.: Поматур, 2008. – 240 с.: ил.
35. Минеев М. Pro/Engineer Wildfire 2.0/3.0/4.0. Самоучитель. – М.: Наука и Техника, 2008. – 352 с.: ил.
36. Шимкович Д. Г. Femap & Nastran. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 702 с.: ил. (Серия «Проектирование»)
37. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.: ил.
38. Гриднев В.Н., Емельянов Е.И., Власов А.И., Леонидов В.В. Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER // Датчики и системы. 2016. № 5 (203). С. 28-36.
39. Гриднев В.Н., Емельянов Е.И., Власов А.И., Карпунин А.А. Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER: управление проектом // Датчики и системы. 2016. № 6 (204). С. 46-52.
40. Гриднев В.Н., Григорьев П.В., Емельянов Е.И., Камышина Э.Н. Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER. Разработка библиотеки посадочных мест // Датчики и системы. 2016. № 7 (205). С. 33-41.

41. *Арабов Д.И., Гриднев В.Н., Емельянов Е.И., Леонидов В.В.* Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER. Разработка библиотеки компонентов // Датчики и системы. 2016. № 8-9 (206). С. 42-51.
42. *Власов А.И., Гриднев В.Н., Жалнин В.П., Емельянов Е.И.* Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER. Схемотехническое проектирование // Датчики и системы. 2016. № 10 (207). С. 37-45.
43. *Власов А.И., Гриднев В.Н., Жалнин В.П., Емельянов Е.И.* Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER. Топологическое проектирование // Датчики и системы. 2016. № 11 (208). С. 28-39.
44. *Власов А.И., Гриднев В.Н., Жалнин В.П., Емельянов Е.И.* Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в среде ALTIUM DESIGNER. Синтез проекта коммутационной структуры // Датчики и системы. 2016. № 12 (209). С. 34-45.
45. *Чемоданова Т.В.* Pro/Engineer: Деталь. Сборка. Чертеж. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.: ил.
46. *Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф. и др.* NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.: ил.
47. *Артамонов И.А., Гончаров П.С., Денисихин С.В. и др.* NX Advanced Simulation. Практическое пособие – М.: ДМК Пресс, 2014. – 112 с.: ил.
48. *Prof. Sham Tickoo.* Solid Edge ST6 for Designers. – CAD/CIM Technologies, 2014. – 752 p.
49. *Prof. Sham Tickoo.* NX10.0 for Designers. 9th edition. – CAD/CIM Technologies, 2016. – 800 p.
50. *Pazul Wyndorps.* 3D-Konstruktion mit Creo Parametric. – Verlag Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 2013. – 331 p.
51. *Randy Shih.* Introduction to Finite Element Analysis Using Creo Simulation 1.0 – SDC Publications, 2011. – 424 p.
52. *Roger Toogood.* Creo Simulate Tutorial Releases 1.0 & 2.0 – SDC Publications, 2012. – 296 p.
53. *Thomas Ebel, Manfred Vogel.* Creo Parametric und Creo Simulate. – Hanser Fachbuchverlag, 2012.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	7
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	9
1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	14
1.1. ВВЕДЕНИЕ В КОНЦЕПЦИЮ СКВОЗНОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ	15
1.1.1. Современные подходы к построению систем поддержки жизненного цикла	15
1.1.2. Спецификация конструкторской САПР как основа построения системы поддержки жизненного цикла	16
Тесты к лекции 1	18
1.2. ОСНОВЫ ТРАДИЦИОННОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРИМЕРЕ PLM-СИСТЕМЫ TEAMCENTER	20
1.2.1. Краткое описание назначения системы teamcenter.....	20
1.2.2. Краткое описание отдельных модулей системы Teamcenter	22
1.2.3. Типовой алгоритм проектирования электронного устройства с применением системы Teamcenter	26
Тесты к лекции 2	28
1.3. ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	29
Тесты к лекции 3	38
1.4. ОБРАТНЫЙ ИНЖИНИРИНГ И ОБЪЕДИНЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	40
Тесты к лекции 4	53
1.5. МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОБОДНЫХ ФОРМ	54
Тесты к лекции 5	63
1.6. БЕСЧЕРТЕЖНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ64	64
Тесты к лекции 6	80
1.7. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА В ECAD/MCAD-СИСТЕМАХ. ЭЛЕКТРОПРОВОДКА.....	82
Тесты к лекции 7	87
1.8. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА В ECAD/MCAD-СИСТЕМАХ. КОММУТАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ	88
Тесты к лекции 8	97
1.9. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ	98
Тесты к лекции 9	110
1.10. КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В РАМКАХ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА	111
1.10.1. Анализ модели функционирования пре- и постпроцессора.....	113

1.10.2. Описание подхода к процессу моделирования изделий приборостроения	
118	
Тесты к лекции 10	119
1.11. СОЗДАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ	120
1.11.1. Анализ и улучшение сборочного состава	120
1.11.2. Упрощение геометрии	123
1.11.3. Задание материалов	127
1.11.4. Идеализация взаимосвязей	130
1.11.5. Задание граничных условий	133
1.11.6. Обозначение масс изделий	135
Тесты к лекции 11	135
1.12. ПРОВЕДЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И МОДАЛЬНОГО АНАЛИЗА	136
1.12.1. Анализ статического нагружения	136
1.12.2. Модальный анализ	139
Тесты к лекции 12	140
1.13. РАСЧЕТ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ УДАРОВ И ВИБРАЦИЙ	141
1.13.1. Расчет на воздействие ударного импульса	141
1.13.2. Расчет на воздействие гармонических вибраций	148
1.13.3. Расчет на воздействие случайных вибраций	152
Тесты к лекции 13	154
1.14. АНАЛИЗЫ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ	155
1.14.1. Анализ установившегося теплового состояния	155
1.14.2. Использование результатов теплового анализа для расчета температурных деформаций	158
Тесты к лекции 14	159
1.15. ВВЕДЕНИЕ В РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРО- И ГАЗОДИНАМИКИ	160
1.15.1. Введение в проблематику	160
1.15.2. Математический аппарат анализа	161
1.15.3. Возможности модуля CFD	164
Тесты к лекции 15	165
1.16. МЕТОДИКА CFD-АНАЛИЗА МОДЕЛИ	166
1.16.1. Подготовка 3D модели	166
1.16.2. Создание проекта расчета	167
1.16.3. Проведение вычислений	177
Тесты к лекции 16	179
1.17. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ	180
Тесты к лекции 17	183
1.18. ВВЕДЕНИЕ В СОВРЕМЕННУЮ КОНЦЕПЦИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА	184
1.18.1. Понятие цифрового двойника	184
1.18.2. Подходы к моделированию производственных процессов	188
Тесты к лекции 18	190

1.19. Подготовка запуска нового изделия в производство.....	191
Тесты к лекции 19	195
1.20. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА.....	197
Тесты к лекции 20	200
1.21. ОПИСАНИЕ МОДУЛЕЙ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА.....	201
Тесты к лекции 21	213
1.22. КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА СИНТЕЗА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ.....	214
Тесты к лекции 22	219
1.23. МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	220
Тесты к лекции 23	223
1.24. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПОВОГО ИЗДЕЛИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ.....	224
Тесты к лекции 24	230
1.25. МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАЩЕНИЯ.....	231
Тесты к лекции 25	240
1.26. АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУЧНЫХ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ	241
Тесты к лекции 26	243
1.27. НАПОЛНЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ОБЪЕКТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. 244	
1.27.1. Состав объектов	244
1.27.2. Подвижные объекты	245
1.27.3. Объекты материалопотока	249
1.27.4. Пользовательские объекты	252
Тесты к лекции 27	256
1.28. СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ И ОБРАБОТКА СОБЫТИЙ.....	257
1.28.1. Анимация объектов	257
1.28.2. Буфер и групповые операции	259
Тесты к лекции 28	262
1.29. НАСТРОЙКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	263
1.29.1. Рабочий персонал.....	263
1.29.2. Источник.....	265
Тесты к лекции 29	266
1.30. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СБОРОЧНОЙ ЛИНИИ.....	267
Тесты к лекции 30	269
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	270
2.1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	271
2.2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОБРАТНЫЙ ИНЖИНИРИНГ И ОБЪЕДИНЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ВОССТАНОВЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАСЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ	274
2.3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОБОДНЫХ ФОРМ: СОЗДАНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПО ДИЗАЙНЕРСКИМ ЭСКИЗАМ	279

2.4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. БЕСЧЕРТЕЖНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ: СОЗДАНИЕ ВИДОВ МОДЕЛИ С PMI	282
2.5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА В ЕСAD/МСAD-СИСТЕМАХ. ЭЛЕКТРОПРОВОДКА: ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА КОНСТРУКТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗДЕЛИЯ	289
2.6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА В ЕСAD/МСAD-СИСТЕМАХ. ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ: ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА КОНСТРУКТОРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗДЕЛИЯ	294
2.7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ: ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХРАНИЛИЩА ДОКУМЕНТОВ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ АТТРИБУТОВ.....	304
2.8. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ: ЗАДАНИЕ ПРАВИЛ ИМЕНОВАНИЯ ДОКУМЕНТА И ПРАВИЛ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ДОКУМЕНТОВ	306
2.9. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ: ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ ПОИСКА.....	309
2.10. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ: РАБОТА С РЕВИЗИЯМИ	312
2.11 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ: ВЫПОЛНЕНИЕ ГРУППОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НАД ДАННЫМИ ПРОЕКТА	320
2.12 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ: СОЗДАНИЕ ПОЛНОГО ПАКЕТА ПРОЕКТА.....	325
2.13. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: 2R-МОДЕЛИ.....	327
2.14. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: ПРИНУДИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ВЕНТИЛЯТОРОВ.....	333
2.15. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: ТЕПЛОВЫЕ ТРУБКИ.....	343
2.16. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: ЭЛЕМЕНТЫ ПЕЛЬТЬЕ	348
2.17. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17. МОДЕЛИ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ: ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ.....	350
2.18. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18. МОДЕЛЬ ДЖОУЛЕВА НАГРЕВА	360
2.19. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №19. МОДЕЛЬ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОБМЕНА	364
2.20. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №20. МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ШИНЫ	370
2.21. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №21. МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	372
2.22. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №22. СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА И ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ CFD-АНАЛИЗА	376
2.23. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №23. НАЗНАЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ.....	382
2.24. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №24. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ CFD-АНАЛИЗА	388
2.25. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №25. МОДЕЛИРОВАНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН	390
2.26. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №26. АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА БЛОКА С ЕСТЕСТВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ В КОНСТРУКТОРСКОЙ САПР	397

2.27. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №27. АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА БЛОКА С ЕСТЕСТВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ В САПР ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	399
2.28. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №28. АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА БЛОКА С ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ В САПР ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	403
2.29. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №29. СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ СБОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	405
2.30. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №30. ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РУЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ	411
2.31. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №31. ЭКСПОРТ МОДЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РУЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ В МОДУЛЬ PLANT SIMULATION И НАСТРОЙКА ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ И ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА	416
2.32. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №32. ЭКСПОРТ МОДЕЛИ В МОДУЛЬ JASC, НАСТРОЙКА МАНЕКЕНОВ И ВЫПОЛНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	422
2.33. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №33. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ	446
2.34. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №34. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РУЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ	453
2.35. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ	458
2.36. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ №1	461
2.37. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ №2	467
2.38. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ №3	480
3. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	481
3.1. ПРИМЕРНАЯ БАЗОВАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	482
4.2. СТРУКТУРА И СОСТАВ ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	495
4.3. СПЕЦИФИКАЦИЯ УЧЕБНЫХ ВИДЕО- И АУДИОМАТЕРИАЛОВ, СЛАЙДОВ, ЭСКИЗОВ, ПЛАКАТОВ И ДРУГИХ ДИДАКТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	509

Учебно-методический комплекс
по укрупненным группам специальностей и направлений
«Информатика и вычислительная техника» и «Приборостроение»

Алексей Евгеньевич Курносенко

ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Редакторы: xxx
Технические редакторы: xxx
Корректор: xxx
Компьютерная графика: xxx
Дизайн обложки: xxx

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н. Э. Баумана.
Тел. xxx

Подписано в печать 14.09.2022. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 11. Тираж 500 экз. Заказ № xxx

Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская, 5.
E-mail: press@bmstu.ru
<http://www.press.bmstu.ru>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н. Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская, 5.
Тел.: xxx