

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Научоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА


| | |
|--|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.11.01.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 2 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 2 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 2 семестр - 48 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 2 семестр - 79,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 2 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Соколов В.П. |
| | Идентификатор | R928a03a7-SokolovVPet-4d1c67c3 |

(подпись)


В.П. Соколов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Бурмакина А.В. |
| | Идентификатор | Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda |


(подпись)

А.В. Бурмакина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рогалев А.Н. |
| | Идентификатор | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение принципов и методик компьютерного сопровождения и поддержки жизненного цикла сложных наукоемких и высокотехнологичных изделий, технологических процессов и производственных систем при технологической подготовке производства

Задачи дисциплины

- ознакомление с предпосылками и причинами появления автоматизированных систем технологической подготовки производства;
- рассмотрение стадий и этапов жизненного цикла наукоемких высокотехнологичных объектов;
- изучение структуры и основных видов автоматизированных систем, используемых при технологической подготовке производства для информационного сопровождения изделий, процессов и производств;
- ознакомление с существующими стандартами на представление описаний объектов проектирования;
- изучение назначения и основных функций функциональных автоматизированных подсистем АСТПП;
- ознакомление с методами математического моделирования при технологическом проектировании и принципами интеграции различных автоматизированных систем проектирования, технологической подготовки производства и управления.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-1 Способен формировать требования к наукоемким изделиям и разрабатывать мероприятия, направленные на их создание, на всех стадиях жизненного цикла | ИД-2ПК-1 Проводит анализ экономической эффективности организации производства наукоемкой продукции | знать: - основные типы, назначение и структуру автоматизированных систем, используемых в жизненном цикле наукоемких объектов и основные функции подсистем АСТПП; - математическое обеспечение и прикладное программное обеспечение автоматизированных систем проектирования. Классификацию типовых математических моделей и особенности их применения для формирования проектных решений при технологическом проектировании. уметь: - использовать международные и гармонизированные российские стандарты при описании наукоемких объектов проектирования на различных стадиях их жизненного цикла, а также для организации информационного обмена между подсистемами АСТПП. |
| ПК-2 Способен применять информационные | ИД-2ПК-2 Разрабатывает проектно-конструкторские и | знать: - предпосылки и причины появления автоматизированных систем |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|--|
| технологии на всех стадиях жизненного цикла наукоемкой продукции | технологические решения с применением современных средств компьютерного моделирования | <p>проектирования и особенности стадий и этапов жизненного цикла наукоемких высокотехнологичных изделий, процессов и производств.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать инструментальные средства, прикладное программное обеспечение и инвариантные подсистемы для создания и адаптации средств обеспечения автоматизированных систем технологической подготовки производства. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Наукоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| 1 | Основы автоматизации технологического проектирования и подготовки производства | 26 | 2 | 3 | - | 11 | - | - | - | - | - | 12 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы автоматизации технологического проектирования и подготовки производства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы автоматизации технологического проектирования и подготовки производства"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 12-17, 17-25 [2], 6-14 [4], 5-7</p> | | |
| 1.1 | Введение. Основные понятия проектирования и производства | 16 | | 1 | - | 5 | - | - | - | - | - | - | 10 | | - | |
| 1.2 | Принципы применения АСТПП | 10 | | 2 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 2 | | - | |
| 2 | Структура АСТПП и назначение функциональных подсистем | 72 | | 9 | - | 25 | - | - | - | - | - | - | 38 | | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Структура АСТПП и назначение функциональных подсистем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 25-36 [2], 63-70</p> |
| 2.1 | Структура АСТПП | 33 | | 4 | - | 9 | - | - | - | - | - | - | 20 | | - | |
| 2.2 | Подсистема группирования структурных элементов | 16 | | 1 | - | 7 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - | |
| 2.3 | Подсистема обеспечения технологичности | 13 | | 2 | - | 5 | - | - | - | - | - | - | 6 | | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--|
| 2.4 | Подсистема проектирования технологических процессов | 10 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| 3 | Математическое моделирование изделий, производственной системы и технологических процессов | 10 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое моделирование изделий, производственной системы и технологических процессов" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> |
| 3.1 | Математическое моделирование при технологическом проектировании | 10 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | Повторение материала по разделу "Математическое моделирование изделий, производственной системы и технологических процессов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 85-100, 144-151 [3], 28-53 [4], 60-71 |
| 4 | Этапы технологического проектирования и перспективы применения АСТПП | 18 | 2 | - | 8 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Этапы технологического проектирования и перспективы применения АСТПП" |
| 4.1 | Этапы математического моделирования для принятия проектных решений | 9 | 1 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 191-195, 320-329 |
| 4.2 | Примеры и перспективы применения АСТПП | 9 | 1 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 16 | - | 48 | - | - | - | - | 0.3 | 62 | 17.7 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 16 | - | 48 | - | - | - | - | 0.3 | 79.7 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основы автоматизации технологического проектирования и подготовки производства

1.1. Введение. Основные понятия проектирования и производства

Введение. Жизненный цикл наукоемкой продукции. Основные понятия проектирования и производства. Информационная поддержка проектирования и производства наукоемкой продукции. Показатели качества конкурентоспособных наукоемких изделий.

1.2. Принципы применения АСТПП

Основные этапы стадии технологическая подготовка производства и принципы иерархичности, системного и информационного единства для построения и применения АСТПП с целью информационного сопровождения наукоёмкой продукции.

2. Структура АСТПП и назначение функциональных подсистем

2.1. Структура АСТПП

Автоматизированные системы технологической подготовки производства наукоемкой продукции на различных стадиях жизненного цикла. Структура автоматизированных систем. Инвариантные (объектно-независимые) и функциональные (объектно-ориентированные) подсистемы автоматизированных систем информационной поддержки стадий жизненного цикла. Средства обеспечения и компоненты АСТПП.

2.2. Подсистема группирования структурных элементов

Основные функции и задачи технологического проектирования в соответствии с SADT-методологией. Международные и российские гармонизированные CALS-технологии и CALS-стандарты для представления объектов производства наукоёмких отраслей с целью группирования (расцеховки) с учетом структуры технологической системы.

2.3. Подсистема обеспечения технологичности

Основные функции подсистемы обеспечения технологичности: оценка технологичности и повышение уровня технологичности. Методы оценки технологичности: на основе прототипов, экспертные и математическое моделирования процессов производства.

2.4. Подсистема проектирования технологических процессов

Основные функции и задачи проектирования технологических процессов основного, вспомогательного и обслуживающего производства. Проектирование технологических процессов получения заготовок, процессов изготовления деталей, узлов, агрегатной и общей сборки. Проектирование процессов монтажных работ и испытаний. Различные формы представления результатов технологического проектирования.

3. Математическое моделирование изделий, производственной системы и технологических процессов

3.1. Математическое моделирование при технологическом проектировании

Математическое обеспечение и его компоненты для автоматизированных систем проектирования и производства наукоемкой продукции. Методы, модели и алгоритмы проектирования. Классификация кибернетических (математических) моделей. Модели систем массового обслуживания и надежности. Игровые модели. Модели распознавания образов. Разновидности моделей и методов распознавания образов. Графовые модели.

Методы решения транспортной задачи. Логико-алгебраические модели для построения автоматизированных систем проектирования и производства наукоемкой продукции.

4. Этапы технологического проектирования и перспективы применения АСТПП

4.1. Этапы математического моделирования для принятия проектных решений

Постановка задач, включая выбор метода моделирования, класса математической модели, состава моделируемых объектов и их параметров, определение критериев для выбора области рациональных решений и выбора оптимального решения. Разработка алгоритмов, определение состава и последовательности проектных процедур для реализации процесса моделирования в среде автоматизированных систем. Реализация алгоритмов проектирования в соответствии с разработанными моделями и принятыми способами их представления. Подготовка исходных данных и выполнение моделирования аналитического или имитационного. Анализ получаемых результатов, уточнение критериев, корректировка моделей и исходных данных, выполнение итераций до получения заданных проектных решений.

4.2. Примеры и перспективы применения АСТПП

Стандарты управления качеством промышленной продукции. Примеры применения АСТПП для сопровождения технологического проектирования и производства наукоемкой продукции. Перспективы развития и применения систем информационной поддержки проектирования и производства наукоемкой продукции на различных стадиях жизненного цикла.

3.3. Темы практических занятий

1. Подсистема оценки технологичности для подготовки производства;
2. Классификация кибернетических (математических) моделей;
3. Подсистема проектирования технологических процессов изготовления деталей;
4. Подсистема проектирования технологических процессов узловой сборки;
5. Подсистема проектирования технологического оснащения;
6. Подсистема проектирования информационных и материальных потоков;
7. Модели систем массового обслуживания и надежности;
8. Математическое обеспечение и его компоненты для АСТПП;
9. Модели распознавания образов. Разновидности моделей и методов распознавания образов для группирования;
10. Графовые модели. Методы решения транспортной задачи;
11. Логико-алгебраические модели для построения автоматизированных систем технологического проектирования наукоемкой продукции;
12. Типовая структура, подсистемы, средства обеспечения и компоненты АСТПП;
13. Функциональные автоматизированные системы для различных стадий жизненного цикла проектирования и производства наукоемкой продукции;
14. Подсистема группирования структурных элементов наукоёмких изделий;
15. Игровые модели;
16. Системы концептуального проектирования в соответствии с SADT-методологией. CALS-технологии и CALS-стандарты.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы автоматизации технологического проектирования и подготовки производства"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Структура АСТПП и назначение функциональных подсистем"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическое моделирование изделий, производственной системы и технологических процессов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Этапы технологического проектирования и перспективы применения АСТПП"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| математическое обеспечение и прикладное программное обеспечение автоматизированных систем проектирования. Классификацию типовых математических моделей и особенности их применения для формирования проектных решений при технологическом проектировании | ИД-2ПК-1 | | | + | | Контрольная работа/КМ-3 |
| основные типы, назначение и структуру автоматизированных систем, используемых в жизненном цикле наукоемких объектов и основные функции подсистем АСТПП | ИД-2ПК-1 | | + | | | Контрольная работа/КМ-2 |
| предпосылки и причины появления автоматизированных систем проектирования и особенности стадий и этапов жизненного цикла наукоемких высокотехнологичных изделий, процессов и производств | ИД-2ПК-2 | + | | | | Контрольная работа/КМ-1 |
| Уметь: | | | | | | |
| использовать международные и гармонизированные российские стандарты при описании наукоемких объектов проектирования на различных стадиях их жизненного цикла, а также для организации информационного обмена между подсистемами АСТПП | ИД-2ПК-1 | | | | + | Контрольная работа/КМ-4 |
| использовать инструментальные средства, прикладное программное обеспечение и инвариантные подсистемы для создания и адаптации средств обеспечения автоматизированных систем технологической подготовки производства | ИД-2ПК-2 | | | | + | Контрольная работа/КМ-4 |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 (Контрольная работа)
2. КМ-2 (Контрольная работа)
3. КМ-3 (Контрольная работа)
4. КМ-4 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 . – 448 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2892-9 .;
2. Норенков, И. П. Информационная поддержка наукоемких изделий CALS-технологии / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 . – 320 с. - ISBN 5-7038-1962-8 .;
3. Павлов, В. В. Структурное моделирование в CALS-технологиях / В. В. Павлов ; Отв. ред. Ю. М. Соломенцев ; Ин-т конструкторско-технологической информатики Рос. акад. наук . – М. : Наука, 2006 . – 307 с. - ISBN 5-02-033454-5 .;
4. Юрчик П. Ф., Голубкова В. Б.- "Применение CALS-технологий на предприятии", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (92 с.)
<https://e.lanbook.com/book/140777>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesy;
5. Майнд Видеоконференции;
6. Компас 3D;

7. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
21. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|
| | отсутствует | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Автоматизированные системы технологической подготовки производства**

(название дисциплины)

2 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ-1 (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 |
| 1 | Основы автоматизации технологического проектирования и подготовки производства | | | | | |
| 1.1 | Введение. Основные понятия проектирования и производства | | + | | | |
| 1.2 | Принципы применения АСТПП | | + | | | |
| 2 | Структура АСТПП и назначение функциональных подсистем | | | | | |
| 2.1 | Структура АСТПП | | | + | | |
| 2.2 | Подсистема группирования структурных элементов | | | + | | |
| 2.3 | Подсистема обеспечения технологичности | | | + | | |
| 2.4 | Подсистема проектирования технологических процессов | | | + | | |
| 3 | Математическое моделирование изделий, производственной системы и технологических процессов | | | | | |
| 3.1 | Математическое моделирование при технологическом проектировании | | | | + | |
| 4 | Этапы технологического проектирования и перспективы применения АСТПП | | | | | |
| 4.1 | Этапы математического моделирования для принятия проектных решений | | | | | + |
| 4.2 | Примеры и перспективы применения АСТПП | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |