Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный университет» Кафедра управления и информатики в технических системах

## Т.В. Гаибова, В.В. Тугов, Н.А. Шумилина

ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление

Оренбург 2016

УДК 378.14:005.5(075.8) ББК 65.291я73 + 74.58я73

2

Г 14

Рецензент – доцент, кандидат технических наук А.И. Сергеев

### Гаибова, Т.В.

Преддипломная практика: учебное пособие / Т.В. Гаибова, В.В. Г 14 Тугов, Н.А. Шумилина; Оренбургский гос.ун.-т. – Оренбург:

ОГУ, 2016. – 130 с.

### ISBN 978-5-7410-1554-4

Учебное пособие предназначено студентам направления 27.03.03 Си- стемный анализ и управление для использования при прохождении предди- пломной практики. На основе требований государственного образовательного стандарта высшего образования изложены цели прохождения преддипломной практики, особенности ее организации, содержание преддипломной практики, методические указания по выполнению заданий по практике, а также требова- ния к содержанию отчета. Описан процесс формирования профессиональных навыков выпускников направления подготовки 27.03.03 в рамках проектирова- ния автоматизированных информационных систем в соответствии с професси- ональными стандартами при прохождении преддипломной практики.

УДК 378.14:005.5(075.8)

ББК 65.291 я73+74.58я73

|  |  |
| --- | --- |
| ISBN 978-5-7410-1554-4 | © Гаибова Т.В., Тугов В.В.,  Шумилина Н.А., 2016  © ОГУ, 2016 |

# Содержание

|  |
| --- |
| Введение 5 |
| 1 Назначение и принципы организации преддипломной практики 7 |
| 1.1 Общие положения 7 |
| 1.2 Цель и задачи прохождения преддипломной практики 9 |
| 1.3 Организация и содержание преддипломной практики 18 |
| 1.4 Требования к содержанию и оформлению отчета по практике 23 |
| 1.5 Литература, рекомендуемая к использованию  при прохождении преддипломной практики 26 |
| 2 Профессиональные задачи выпускника по направлению 27.03.03 в рамках  проектирования автоматизированных информационных систем (АИС) 30 |
| 2.1 Шаблоны проектирования АИС 30 |
| 2.2 Разработка системного представления предметной области АИС 33 |
| 2.3 Определение функций и структуры АИС 42 |
| 2.4 Разработка математического обеспечения АИС 48 |
| * 1. Разработка информационного обеспечения АИС 50   2. Представление результатов реализации АИС 56 |
| 3 Особенности разработки систем поддержки принятия решений (СППР) 57 |
| 3.1 Функции и структура СППР 57 |
| 3.2 Математическое обеспечение СППР 59 |
| 4 Особенности разработки экспертной системы (ЭС) 65 |
| 4.1 Функции и структура ЭС 65 |
| 4.2 Математическое обеспечение ЭС 68 |
| 5 Особенности разработки автоматизированной системы  управления технологическим процессом (АСУ ТП) 71 |
| 5.1 Функции и структура АСУ ТП 71 |
| 5.2 Математическое обеспечение АСУ ТП 75 |
| 6 Особенности разработки системы автоматизированного проектирования  технологического процесса (САПР ТП) 80 |
| 6.1 Функции и структура САПР ТП 80 |

|  |
| --- |
| 6.2 Математическое обеспечение САПР ТП 87 |
| 7 Особенности разработки автоматизированной системы управления  качеством технологического процесса (АСУ качеством ТП) 95 |
| 7.1 Функции и структура АСУ качеством ТП 95 |
| 7.2 Математическое обеспечение АСУ качеством ТП 97 |
| 8 Особенности разработки автоматизированного рабочего места (АРМ)………100 |
| 8.1 Функции и структура АРМ 100 |
| 8.2 Математическое обеспечение АРМ 103 |
| 9 Особенности разработки системы автоматизации документооборота (САД)..105 |
| 9.1 Функции и структура САД 105 |
| 9.2 Математическое обеспечение САД 117 |
| Список использованных источников… 122  Приложение А Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников в соответствии с профессиональными стандартами 125 |

**Введение**

Цель настоящего учебного пособия – связать учебный процесс по направле- нию 27.03.03 – Системный анализ и управление с процессом проведения такой важ- ной составляющей подготовки к итоговой государственной аттестации, как предди- пломная практика, продемонстрировав студенту, какие конкретные умения и навы- ки, сформированные дисциплинами восьми учебных семестров следует применять для решения ключевых профессиональных задач.

Основой профессиональной деятельности выпускника по направлению

* + 1. – Системный анализ и управление является обеспечение создания автома- тизированных информационных систем и технологий, отвечающих целям и задачам организации, предъявляемым требованиям по автоматизации бизнес-процессов за- казчика, а также гарантия разработки системы требуемого качества в установленные сроки и в рамках определенного бюджета.

Поэтому в качестве учебных проектных задач, рассматриваемых в рамках прохождения преддипломной практики, были выбраны задачи проектирования АИС.

Для регламентации процесса проектирования информационных систем и обеспечение управления этим процессом с тем, чтобы гарантировать выполнение требований как к самой АИС, так и к характеристикам процесса разработки, было использовано понятие шаблона проектирования АИС.

Данное учебное пособие состоит из девяти разделов.

В первом разделе описано назначение и принципы организации преддиплом- ной практики: сформулированы цель и задачи прохождения преддипломной практи- ки, описаны организация и содержание практики, требования, предъявляемые к со- держанию и оформлению отчета по практике, а также список литературы, рекомен- дуемой к использованию при прохождении преддипломной практики. Помимо пе- речня шаблонов проектирования АИС, представлена матрица формирования задач предметной области разрабатываемых автоматизированных информационных си- стем.

Во втором разделе приведены профессиональные задачи выпускника по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление в рамках разработки шаб- лонов проектирования автоматизированных информационных систем: описаны принципы формирования системного представления предметной области АИС, определения функций и структуры АИС, математического и информационного обеспечения, а также представления результатов реализации АИС.

Так как в данном учебном пособии рассмотрены вопросы проектирования се- ми основных типов автоматизированных информационных систем – систем под- держки принятия решения, экспертных систем, АСУ ТП, САПР ТП, АСУ качеством технологического процесса, автоматизированного рабочего места, а также систем автоматизации документооборота – в последующих семи разделах пособия приве- дены особенности разработки каждого перечисленного типа АИС. Структура этих разделов одинакова – выделены вопросы, связанные с особенностями определения функций и структуры рассматриваемого типа АИС, а также вопросы, связанные с разработкой математического обеспечения АИС.

# Назначение и принципы организации преддипломной практики

### Общие положения

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с Положением о практике обучающихся федерального государственного бюджетного образова- тельного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный уни- верситет», осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования от 05.04.2016 г. № 20-Д.

Цели, объемы и содержание преддипломной практики определяются:

* Федеральным государственным образовательный стандартом высшего обра- зования по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «11» марта 2015 г. № 195;
* областью будущих профессиональных интересов;
* направлением дипломного исследования.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата по направлению 27.03.03*,* включает область техники и технологии, ко- торая требует проведения конструирования и эксплуатации с применением принци- пов, методов, способов и средств человеческой деятельности на основе системного анализа, управления, моделирования, производства и эксплуатации технических си- стем, объектов, приборов и устройств различного назначения.

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются системно- аналитические, информационно-управляющие, конструкторско-технологические, проектирующие технологии и системы, которые требуют исследования, анализа, синтеза, программирования и управления на основе системно-аналитического под- хода.

За основу формирования области будущих профессиональных интересов при- няты следующие профессиональные стандарты:

1. Системный аналитик - утвержден приказом Министерства труда и соци- альной защиты Российской Федерации от «28» октября 2014 г. № 809н;
2. Программист - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» ноября 2013 г. № 679н;
3. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «11» февраля 2014 г. № 86н;
4. Специалист по информационным системам - утвержден приказом Ми- нистерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» ноября 2014 г. № 896н;
5. Руководитель проектов в области информационных технологий - утвер- жден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от

«18» ноября 2014 г. № 893н.

На основе анализа перечисленных профессиональных стандартов выделены обобщенные трудовые функции выпускников, формированию которых и посвящена преддипломная практика:

* концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем сред- него и крупного масштаба и сложности;
* разработка требований и проектирование программного обеспечения;
* организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике;
* организация проведения работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
* выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и со- провождению информационных систем, автоматизирующих задачи организацион- ного управления и бизнес-процессы;
* управление проектами в области информационных технологий на основе по- лученных планов проектов в условиях, когда проект не выходит за пределы утвер- жденных параметров.

Перечень трудовых функций выпускников, соответствующий указанным обобщенным трудовым функциям со ссылкой на соответствующий профессиональ- ный стандарт приведен в приложении А.

Преддипломная практика является важным этапом подготовки выпускника к итоговой государственной аттестации и проводится в восьмом семестре продолжи- тельностью 6 недель.

### Цель и задачи преддипломной практики

Целью преддипломной практики является систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, приобретенных студентами за период обучения в рамках компетенций, определенных ФГОС ВО и подготовка к итоговой государственной аттестации.

При этом следует учитывать, что в профессиональной деятельности выпуск- ник по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление должен демонстри- ровать навык эффективного решения следующих задач:

* обеспечение создания автоматизированных информационных систем и тех- нологий, отвечающих целям и задачам организации, а также предъявляемым требо- ваниям по автоматизации бизнес-процессов заказчика;
* гарантировать создание системы с заданным качеством в заданные сроки и в рамках установленного бюджета проекта;
* поддерживать удобную дисциплину сопровождения, модификации и нара- щивания системы;
* обеспечивать преемственность разработки, т.е. использование в разрабаты- ваемой системе существующей информационной инфраструктуры организации (за- дела в области информационных технологий).

Планируемые результаты обучения по преддипломной практике в рамках формируемых компетенций представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по преддипломной практике

|  |  |
| --- | --- |
| Планируемые результаты обучения по практике,  характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
| **Знать:**   * архитектуру современных информационных систем.   **Уметь:**   * разрабатывать и описывать функции проектируемой системы.   **Владеть:**   * навыками разработки информационных систем при заданных ресурсах | ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук |
| **Знать:**   * современные тенденции в области информационного и программного обеспечения автоматизированных систем; * проблемы организации хранения данных в автоматизированных системах; * проблемы разработки программного обеспечения.   **Уметь:**   * проводить обоснованный выбор СУБД, модели жизненного цикла программного обеспечения, среды программирования; * разрабатывать информационную модель системы, модели данных.   **Владеть:**   * навыками разработки логической структуры данных выбранной СУБД; * навыками программирования на языке высокого уровня. | ОПК-2 способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами, работать с традиционными носителями информации, базами знаний |
| **Знать:**   * методы обработки данных.   **Уметь:**   * выбирать технологию разработки системы.   **Владеть:**   * навыками самостоятельного выбора способа решения задачи. | ОПК-3 способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики |
| **Знать:**   * принципы организации разработки программного средства; * методы оценки качества программного средства.   **Уметь:**   * проводить функциональное тестирование системы.   **Владеть:**   * навыками оценки качества программного средства. | ОПК-4 способностью применять принципы оценки, контроля и менеджмента качества |

Продолжение таблицы 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Знать:**   * принципы взаимодействия при командной разработке программного средства.   **Уметь:**   * взаимодействовать с членами команды разработчиков программного средства, заказчиком, руководством. **Владеть:** * навыками координации и распределения функций между разработчиками программного средства. | ОПК-5 способностью использовать принципы руководства и администрирования малых групп исполнителей |
| **Знать:**   * принципы сопровождения приемочных испытаний и ввода в эксплуатацию системы и подсистем.   **Уметь:**   * составлять планы проведения приемочных испытаний разработанной систем и подсистем.   **Владеть:**   * навыками документирования результатов разработки системы. | ОПК-6 способностью к проведению измерений и наблюдений, составлению описания исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по заданию, к участию во внедрении результатов  исследований и разработок |
| **Знать:**   * методы освоения новых технологий и программных продуктов.   **Уметь:**   * выделять входные и выходные параметры рассматриваемой технологии; * строить функциональные модели рассматриваемого технологического процесса; * выделять рабочее поле, рабочие инструменты и элементы управления в интерфейсе программы при ее освоении. **Владеть:** * навыками освоения новых технологий и программных   продуктов. | ОПК-7 способностью к освоению новой техники, новых методов и новых технологий |
| **Знать:**   * принципы аттестации объекта информатизации.   **Уметь:**   * документировать результаты аттестации объекта информатизации.   **Владеть:**   * навыками разработки сопроводительной документации программного средства. | ОПК-8 способностью участвовать в разработке организационно- технической документации, выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов |

Продолжение таблицы 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Знать:**   * принципы выполнения аналитических работ при создании системы; * принципы разработки и сопровождения требований к программному обеспечению на протяжении его жизненного цикла.   **Уметь:**   * формулировать бизнес-требования, пользовательские требования, функциональные требования к разрабатываемому программному средству на основе анализа проблемной ситуации заинтересованных лиц и доступных ресурсов.   **Владеть:**   * навыками формирования отчетности о ходе работ по разработке требований к проектируемой системе; * навыками составления, отладки, тестирования программы на языке высокого уровня. | ПК-1 способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности |
| **Знать:**   * основные этапы создания электронных документов предприятия.   **Уметь:**   * разрабатывать шаблоны документов требований.   **Владеть:**   * навыками формирования отчетности по результатам разработки концепции системы, технического задания и изменений в них для предоставления заинтересованным лицам. | ПК-2 способностью формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях |

На основе сформулированной цели проведения преддипломной практики и желаемого конечного результата обучения, описанного в виде приобретаемых компетенций в таблице 1, были сформированы задачи преддипломной практики:

* разработка шаблонов проектирования автоматизированных информационных систем (АИС) в соответствии с тематикой мини-проектов государственного междисциплинарного экзамена;
* обоснование актуальности проблемы, выбранной для исследования в рамках выпускной квалификационной работы;
* проведение обзора существующих методов и средств решения рассматриваемой проблемы, выявление их недостатков;
* определение концепции разрабатываемой информационной технологии на основе шаблона проектирования соответствующего вида АИС;
* решение основных задач проектной части выпускной квалификационной работы.

В рамках прохождения преддипломной практики для освоения предлагаются следующие типы АИС:

1. система поддержки принятия решений;
2. экспертная система;
3. автоматизированная система управления технологическим процессом;
4. система автоматизированного проектирования технологического процесса;
5. автоматизированная система управления качеством ТП;
6. автоматизированное рабочее место;
7. система автоматизации документооборота.

Целью внедрения процесса разработки шаблонов проектирования АИС в учебный процесс является регламентация процесса проектирования информацион- ных систем и обеспечение управления этим процессом с тем, чтобы гарантировать выполнение требований как к самой АИС, так и к характеристикам процесса разра- ботки.

Внедрение шаблонов проектирования в учебный процесс должно приводить к снижению сложности процесса создания информационной системы за счет полного и точного описания этого процесса, а также применения современных методов и технологий создания АИС на всем жизненном цикле - от замысла до реализации.

Матрица формирования задач предметной области выпускника по направле- нию 27.03.03, для решения которых он и призван обеспечивать разработку и сопро- вождение автоматизированных информационных систем, выносимых на освоение при прохождении преддипломной практики, представлена в таблице 2.

Матрица разработана с целью формирования у студентов и преподавателей специальных дисциплин представления о необходимых знаниях по выделенным предметным областям.

Для решения каждой из указанных задач для выделенных сфер производ- ственного предприятия могут быть разработаны различные варианты автоматизиро-

ванных информационных систем, имеющих различный функционал и особенности реализации.

В рамках разработки автоматизированных информационных систем были вы- делены следующие ключевые профессиональные навыки:

* анализ и моделирование предметной области АИС;
* определение функций и структуры проектируемой системы;
* разработка математического обеспечения системы;
* разработка информационного обеспечения системы;
* экспериментальная апробация математических моделей и алгоритмов. Таблица 2 – Матрица формирования задач предметной области АИС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сферы производственного предприятия | Технология выработки, принятия и  сопровождения решения | | |
| Планирование | Организация | Учет, контроль, ана-  лиз и регулирование |
| Конструкторская подго-  товка производства |  |  |  |
| Технологическая подго-  товка производства |  |  |  |
| Организационно- плановая подготовка  производства |  |  |  |
| Закупки |  |  |  |
| Складское хозяйство |  |  |  |
| Ремонтное хозяйство |  |  |  |
| Логистика |  |  |  |
| Сбыт |  |  |  |
| Сопровождение  продукции |  |  |  |

Первичное формирование этих навыков происходит в рамках учебного про- цесса при изучении дисциплин согласно учебному плану направления 27.03.03.

Этот перечень профессиональных навыков представляет собой уровень про- ектных задач, с помощью которых будет определяться компетентность выпускника при проведении итоговой государственной аттестации по направлению 27.03.03, а значит он должен быть положен в основу при организации освоения учебных дис- циплин и прохождения всех видов практик, в том числе и преддипломной.

Преддипломная практика призвана систематизировать вышеперечисленные навыки, расширить и закрепить их, подготовив тем самым выпускника к итоговой государственной аттестации и будущей профессиональной деятельности.

Связь дисциплин учебного процесса с ключевыми профессиональными навы- ками, формируемыми при прохождении преддипломной практики представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Связь дисциплин учебного процесса с ключевыми профессиональными навыками, формируемыми при прохождении преддипломной практики

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименования дисциплин | Анализ и модели- рование предмет-  ной обла- сти | Определе- ние функций и структуры проектируе- мой системы | Разработка математич. и алгоритмич. обеспечения системы | Разработка информаци- онного обес- печения си- стемы | Экспери- ментальная апробация моделей и алгоритмов |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Информатика |  |  | **+** | **+** | **+** |
| Основы алгоритмиза- ции и языки програм-  мирования |
| Программирование на языке высокого уров-  ня |
| Системы управления базами данных | **+** | **+** |  | **+** |  |
| Вычислительная ма- тематика |  |  | **+** |  |  |
| Прикладные матема- тические модели |
| Интеллектуальные технологии и пред-  ставление знаний |
| Теория автоматиче- ского управления |  | **+** | **+** |  |  |
| Архитектура инфор- мационных систем | **+** | **+** | **+** | **+** | **+** |
| Системный анализ, оптимизация и приня-  тие решений |
| Моделирование про- цессов и систем |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Системное проекти- |  |  |  |  |  |
| рование и реинжини- |  |  |  |  |  |
| ринг бизнес- |  |  |  |  |  |
| процессов |  |  |  |  |  |
| Разработка систем ав- |  |  |  |  |  |
| томатизированного |  |  |  |  |  |
| проектирования | **+** | **+** | **+** | **+** | **+** |
| Инструментальные  средства разработки |
| систем |  |  |  |  |  |
| Управление информа- |  |  |  |  |  |
| ционными системами |  |  |  |  |  |
| предприятия |  |  |  |  |  |
| Управление проекта- |  |  |  |  |  |
| ми |  |  |  |  |  |

Дисциплины учебного плана могут быть сгруппированы по общности форми- руемых навыков в рамках разработки АИС.

Например, дисциплины Информатика, Основы алгоритмизации, Программи- рование на языке высокого уровня направлены на формирование таких навыков как:

* разработка математического и алгоритмического обеспечения системы;
* разработка информационного обеспечения системы;
* экспериментальная апробация математических моделей и алгоритмов. Дисциплины Вычислительная математика, Прикладные математические моде-

ли, Интеллектуальные технологии и представление знаний – на формирование навыка разработки математического и алгоритмического обеспечения системы.

А такие дисциплины как Архитектура информационных систем, Системный анализ, оптимизация и принятие решений, Моделирование процессов и систем, Си- стемное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов, Разработка систем ав- томатизированного проектирования, Инструментальные средства разработки си- стем, Управление информационными системами предприятия, Управление проекта- ми должны обеспечивать формирование всего комплекса выделенных профессио- нальных навыков.

Кроме дисциплин, формирующих навыки разработки автоматизированных информационных систем в рамках направления 27.03.03 – Системный анализ и

управление, в учебном плане присутствуют дисциплины, формирующие знания о предметных областях разрабатываемых автоматизированных информационных си- стем. К ним относятся следующие дисциплины:

* автоматизация технологических процессов и производств;
* администрирование в информационных системах;
* технологические процессы автоматизированных производств;
* технические средства управления;
* робототехника;
* программирование оборудования с числовым программным управлением;
* проектирование автоматизированных производств;
* программируемые контроллеры;
* управление качеством;
* управление проектами.

Дисциплина «Управление проектами», с одной стороны, направлена на полу- чение знаний в области управления ИТ-проектов, к которым относится и проектиро- вание АИС, а с другой стороны, эта дисциплина способствует получению знаний о процессах разработки и управления технологическими, организационными, иннова- ционными проектами, для которых также актуально создание автоматизированных информационных систем, предназначенных для использования на различных этапах жизненного цикла проекта.

Поэтому дисциплина «Управление проектами» включена и в перечень дисци- плин, формирующих ключевые профессиональные навыки выпускника по направ- лению 27.03.03, представленных в таблице 3, и в перечень дисциплин, формирую- щих знания о предметных областях разрабатываемых автоматизированных инфор- мационных систем.

Цель настоящего учебного пособия – связать учебный процесс с процессом проведения такой важной составляющей подготовки к итоговой государственной аттестации, как преддипломная практика, продемонстрировав студенту, какие кон- кретные умения и навыки, сформированные дисциплинами восьми учебных семест- ров следует применять для решения ключевых профессиональных задач.

### Организация и содержание преддипломной практики

В соответствии с учебным планом направления 27.03.03 – Системный анализ и управление, преддипломная практика проводится в восьмом семестре после освоения всех учебных дисциплин.

Продолжительность практики – шесть недель.

Место проведения практики – лаборатории кафедры управления и информатики в технических системах, оснащенные компьютерной техникой и выходом в интернет.

Календарный план прохождения практики представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Календарный план прохождения преддипломной практики

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование этапа | Сроки выполнения, день начала - день окончания этапа от даты начала  практики | Согласование и контроль |
| 1 Подготовительный этап | 1 - 4 | Руководитель практики |
| 2 Разработка шаблонов проектирования типовых  АИС | 4 - 14 | Руководитель практики Преподаватели кафедры |
| 3 Уточнение целей и задач исследования в  рамках ВКР | 8 - 14 | Руководитель практики Руководитель ВКР |
| 4 Разработка основных  проектных решений ВКР | 12 - 32 | Руководитель практики  Руководитель ВКР |
| 5 Оформление отчета по  практике | 33 - 40 | Руководитель практики |
| 6 Защита отчета по  практике | 40 - 42 | Руководитель практики |

Содержание каждого этапа представлено далее.

На первом этапе – подготовительном – организуется и проводится вступительная конференция, назначается куратора от кафедры, определяются цели и задачи преддипломной практики, проводится инструктаж по технике безопасности.

На втором этапе – этапе разработки шаблонов проектирования типовых автоматизированных информационных систем – совместно с руководителем

практики студенты знакомятся с перечнем из пяти типов автоматизированных информационных систем, которые выносятся в текущем году на освоение в рамках прохождения преддипломной практики, совместно разрабатывают структуру шаблонов в соответствии с рекомендациями настоящего учебного пособия с обязательным описанием назначения разрабатываемой системы, системного представления предметной области, функций и структуры АИС, математических моделей и алгоритмов функционирования системы, результатов реализации системы. В рамках консультаций с руководителем практики и преподавателями кафедры обсуждается формализованное представление процесса проектирования, степень подробности описания компонентов проекта, технологической схемы проектирования, особенности разработки требований к компонентам автоматизированной информационной системы, сравнительный анализ методов и/или технологий для ее создания и обоснование выбора, описание критериев выбора метода и/или технологии решения задачи, выбор состава показателей, анализ используемых источников. При выполнении этого этапа, студент обобщает знания, умения и навыки, приобретенные им за всё время обучения в высшем учебном заведении, систематизирует их с точки зрения проектирования АИС, получает возможность их применения для решения профессиональных задач уровня итоговой аттестации. Результаты данного этапа должны быть представлены в отчете по преддипломной практике в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению отчета, описанными в разделе 1.4 настоящего учебного пособия.

На третьем этапе - этапе уточнения целей и задач исследования в рамках выпускной квалификационной работы - студент работает в тесном контакте не только с руководителем практики, но и с руководителем выпускной квалификационной работы.

Предварительное содержание ВКР, сформированное в осеннем седьмом учебном семестре окончательно уточняется и выполняются такие исследовательские работы, как:

* анализ актуальности исследуемой проблемы;
* описание объекта и предмета исследования;
* сбор и анализ информации о предмете исследования;
* обзор современных методов и средств решения проблемы;
* обзор существующих методов и средств системного анализа и управления, которые могут быть использованы для решения рассматриваемой проблемы.

Собранный материал обобщается, формулируются выводы по анализу состояния рассматриваемой в выпускной квалификационной работе проблемы, определяются цель и задачи исследования. Результаты данного этапа также должны быть представлены в отчете по преддипломной практике в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению отчета, описанными в разделе 1.4 настоящего учебного пособия.

На четвертом этапе - этапе разработки основных проектных решений выпускной квалификационной работы – студент с использованием консультаций руководителя практики и руководителя выпускной квалификационной работы выполняет такие работы, как:

* разработка концепции проектируемой системы в соответствии с целями и задачами ВКР, уточненными на предыдущем этапе практики;
* формирование технического задания на разработку системы;
* системное представление исследуемого объекта или процесса;
* функциональное моделирование процессов предметной области;
* математическое моделирование;
* разработка алгоритмов функционирования проектируемой системы и их программная реализация;
* экспериментальная апробация разработанных моделей и алгоритмов. Результаты данного этапа также должны быть представлены в отчете по преддипломной практике в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению отчета, описанными в разделе 1.4 настоящего учебного пособия.

Выполнение этого этапа преддипломной практики должно опираться на результаты исследований по определенному объекту и предмету исследований ВКР, полученные в седьмом и восьмом учебных семестрах при выполнении курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем и процессов», курсового проекта по

дисциплине «Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов», а также при подготовке доклада на ежегодной студенческой научной конференции Оренбургского государственного университета.

Навыки, полученные в ходе курсового проектирования и касающиеся, напри- мер, работы со специализированной литературой фундаментального и прикладного характера, с интернет источниками, со справочными и методическими материалами, патентами, стандартами, а также проектными материалами, умения разрабатывать проектные решения и обосновывать их количественно теперь должны быть приме- нены для самостоятельного решения более сложной проблемы проектного характера

– для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

Формирование задания на преддипломную практику в рамках выпускной квалификационной работы должно происходить при обязательном участии руководителя ВКР.

Контроль за своевременностью получения этого задания и организацию процесса его выполнения осуществляет руководитель преддипломной практики.

Согласование задания между студентом, руководителем ВКР и руководителем преддипломной практики должно быть проведено не позднее второй недели практики в соответствии с календарным планом, представленным в таблице 4.

Затем студент оформляет отчет по преддипломной практике в соответствии с требованиями по содержанию и оформлению, описанные в разделе 1.4 данного учебного пособия и докладывает о результатах выполненной работы с использованием презентации на публичной защите отчетов по практике на выпускающей кафедре.

Организационно-методическое руководство преддипломной практикой осу- ществляется руководителем практики, назначаемым из числа профессорско- преподавательского состава.

На руководителя практики возлагается:

* проведение организационного собрания по преддипломной практике в пер- вые дни практики (доведение до студентов информации о целях и задачах практики как важнейшего элемента подготовки к итоговой государственной аттестации, о со-

держании практики, о требованиях к оформлению отчета по практике, о формах и критериях аттестации по практике);

* методическая помощь студентам при формировании шаблонов проектирова- ния типовых автоматизированных информационных систем;
* методическая помощь студентам в разработке задания на практику с учетом квалификационных требований и компетенций, утверждение задания на практику. Задание на практику должно быть согласовано студентом с руководителем выпуск- ной квалификационной работы; последним пунктом задания на преддипломную практику с необходимостью должен явиться пункт-разработка технического задания на выпускную квалификационную работу;
* контроль за прохождением практики и оперативное разрешение вопросов, возникающих в процессе практики;
* аттестация студентов по завершению практики.

На руководителя выпускной квалификационной работы при прохождении студентом преддипломной практики возлагается:

* оказание методической и практической помощи для выполнения студентом программы практики в рамках заданий, связанных с выполнением выпускной ква- лификационной работы;
* содействие обеспечению эффективного использования студентом рабочего времени, не допуская использования студента на работах, не связанных с програм- мой практики;
* по окончании практики дать оценку профессиональной деятельности студен- та в соответствующем разделе задания по практике.

### Требования к содержанию и оформлению отчета по преддипломной практике

Отчет по преддипломной практике является обязательным элементом при получении аттестации по практике и содержит результаты выполнения студентом работ, описанных в содержании практики.

Этот документ должен содержать следующие структурные элементы:

* титульный лист;
* задание на практику;
* аннотацию;
* содержание;
* основную часть;
* заключение;
* список использованных источников;
* приложения.

Структура основной части отчета включает два раздела:

* шаблоны проектирования типовых автоматизированных информационных систем;
* результаты разработки основных проектных решений выпускной квалификационной работы.

При описании результатов разработки шаблонов проектирования АИС необходимо придерживаться следующих рекомендаций.

В данном учебном пособии в следующих разделах приведены рекомендации по формированию шаблонов проектирования семи видов автоматизированных информационных систем.

В рамках преддипломной практики освоению подлежат технологии проектирования пяти видов АИС. Поэтому в отчете по преддипломной практике должно быть представлено описание пяти шаблонов проектирования.

Из них три шаблона должны быть описаны в развернутой форме, а два – в краткой форме.

Перечень подлежащих рассмотрению шаблонов определяется ежегодно по усмотрению кафедры, в зависимости от корректировок учебного плана, направлений научной работы кафедры, тематики выпускных квалификационных работ текущего учебного года и озвучивается руководителем практики на организационном собрании.

Развернутое описание каждого шаблона включает:

* назначение разрабатываемой системы;
* системное представление проблемной ситуации и моделирование предмет- ной области;
* перечень бизнес-требований, функциональных требований, технических спе- цификаций;
* функции системы;
* структуру системы;
* математическую модель задачи проектирования или управления, реализуе- мой в системе с обязательным указанием математических методов, которые могут быть использованы для решения задачи;
* алгоритмы функционирования системы;
* структуру информационного обеспечения системы;
* структуру исходных данных для экспериментальной апробации предлагае- мых алгоритмов с обязательным указанием типа источников необходимой инфор- мации;
* формы отчетных документов, генерируемых системой;
* матрицу трассировки требований системы;
* прототип пользовательского интерфейса системы;
* рекомендации по представлению результатов реализации системы – пере- чень и структура слайдов в презентацию;
* пример АИС рассматриваемого типа.

Краткое описание шаблона проектирования АИС включает:

* назначение системы;
* функции системы;
* структуру системы;
* математическую модель типовых задач проектирования и управления реализуемых в системе с обязательным указанием математических методов, которые могут быть использованы для решения задачи;
* формы отчетных документов, генерируемых системой;
* рекомендации по представлению результатов реализации системы – пере- чень слайдов в презентацию;
* пример АИС рассматриваемого типа.

Объем развернутого описания шаблона должен составлять 5-6 страниц, объем краткого описания - 2-3 страницы.

Рекомендуемый объем первого раздела основной части составляет 19-24 страницы.

Структура второго раздела основной части отчета по практике должна соответствовать структуре проектной части ВКР и содержать следующие подразделы:

* краткая характеристика проблемной ситуации. Цель и задачи исследования;
* концепция разрабатываемой системы;
* математическое и алгоритмическое обеспечение системы;
* информационное обеспечение системы;
* экспериментальная апробация разработанных решений.

Рекомендуемый объем второго раздела основной части отчета составляет 18- 20 страниц.

Оформление текстовой части отчета должно быть выполнено в соответствии с требованиями подразделов 6.1, 6.2, 6.3, 6.6, 16.5, 16.6 стандарта организации

«Оренбургский государственный университет» СТО 02069024.101 – 2014 «Работы студенческие. Общие требования и правила оформления» [1].

Оформление разделов, подразделов, формул, иллюстраций, таблиц, приложений выполняют в соответствии с требованиями раздела 8 [1].

### Литература, рекомендуемая к использованию при прохождении преддипломной практики

В процессе прохождения преддипломной практики, при формировании шаблонов проектирования типовых АИС и разработке основных проектных решений в рамках выпускной квалификационной работы рекомендуется использовать следующие библиографические источники.

Для концептуального проектирования автоматизированных информационных систем:

* Заботина, Н. Н. Проектирование информационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Н. Заботина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 331 с - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-004509-2 Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=371912>;
* Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования [Текст]: учеб. для вузов / И.П. Норенков.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баума- на, 2002. - 336 с.;
* Ловцов, Д. А. Информационные системы в профессиональной деятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.А. Ловцов, А.В. Зайцев. - М.: РАП, 2013.
* 180 с. - ISBN 978-5-93916- 377-4. Электронные ресурс. Режим доступа:<http://znanium.com/bookread2.php?book=517322>;

- Коберн, А. Современные методы описания функциональных требований к системам / А. Коберн. - М.: Издательство «Лори», 2002. – 263 с.;

* + Мацяшек, Л.А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использование UML / Л.А. Мацяшек. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 432 с.;
  + Васильев, Р.Б. Управление развитием информационных систем / Р.Б. Василь- ев, Г.Н. Калянов, Г.А. Левочкина. - М.: Горячая линия – Телеком, 2009. - 376 с.;
  + Калянов, Г.Н. CASE-технологии: консалтинг в автоматизации бизнес- процессов / Г.Н. Калянов. - 3-е изд. - М.: Горячая линия – Телеком, 2002. - 320с.;
  + Баронов, В.В. Информационные технологии и управление предприятием /

В.В. Баронов, Г.Н. Калянов, Ю.И. Попов. - М.: ДМК Пресс, 2004. - 328 с.;

* + Гайдамакин, Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс: учеб. пособие / Н.А. Гайдамакин. - М.: Гелиос АРВ, 2002. - 368 с.;
  + Голицына, О. Л. Информационные системы: учеб. пособие для вузов / О. Л. Голицына, Н. В. Максимов, И. И. Попов. – М.: ИНФРА-М, 2007. - 496 с.;
  + Хетагуров, Я.А. Проектирование автоматизированных систем обработки ин- формации и управления: учебник /Я.А. Хетагуров. –М.: Высш.шк., 2006.- 223 с.;
  + Грекул, В. И. Проектирование информационных систем: курс лекций: учеб. пособие для вузов / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2005. - 304 с..

Для анализа и моделирования предметной области АИС:

* + Черемных, С.В. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практи- кум. / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 192 с.;
  + Кратчен, Ф. Введение в Rational Unified Process/ Ф. Кратчен – СПб.: Вильямс, 2002. – 240 с.;
  + Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес- процессов. / В.В.Репин, В.Г. Елиферов.– М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 320 с.;
  + Черемных, С.В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. / С.В. Черем- ных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 176 с.;
  + Леоненков, А.В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с ис- пользованием UML и IBM Rational Rose / А.В. Леоненков. - М.: «БИНОМ. Лабора- тория знаний», 2006. – 320 с.;
  + Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования / Д. Марка, К. Макгоуэн. – М.: МетаТехнология, 1993. - 240 с.;
  + Калянов, Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация биз- нес-процессов: учеб. пособие / Г.Н. Калянов.-М.: Финансы и статистика, 2006.- 204 с.

Для разработки математического обеспечения АИС:

* + Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 832 с.;
  + Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесе- керский, Е. П. Попов.- 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2007. - 752 с.;
  + Болодурина, И. П. Системный анализ: учебное пособие / И. П. Болодурина, Т. Н. Тарасова, О. С. Арапова. - Оренбург : Университет, 2014. - 193 с.;
  + Евсюков, В. Н. Теория автоматического управления: учеб. пособие / В. Н. Евсюков.- 2-е изд., перераб. и доп. - Оренбург : ИП Осиночкин Я.В., 2012. - 260 с.;
  + Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ: учеб. для бакалавров / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - М. : Юрайт, 2012. - 680 с.;
  + Качала, В.В. Основы теории систем и системного анализа: учеб. пособие для вузов / В.В. Качала . - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 216с.;
  + Евгенев, Г.Б. Системология инженерных знаний: учеб. пособие для ву- зов / Г.Б. Евгенев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 376 с.;
  + Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник / под общ. ред.

В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. - М. : Высш. шк., 2004. - 616 с.;

* + Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования: учеб. по- собие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин .- 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 212 с.;
  + Советов, Б. Я. Моделирование систем: учеб. для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2007. - 344 с.;
  + Петровский, А. Б. Теория принятий решений: учеб. для вузов / А. Б. Петров- ский. - М. : Академия, 2009. - 400 с.

Для разработки информационного обеспечения АИС:

* + Мельников, В. П. Информационное обеспечение систем управления: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Автоматизированные технологии и производства» / В. П. Мельников. - Москва : Академия, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-7695-6301-0;
  + Мартишин, С.А. Проектирование и реализация баз данных в СУБД MySQL с использованием MySQL Workbench: учебное пособие / С.А. Мартишин и др. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2012. - 160 с. - ISBN 978-5-8199-0517-3. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=318518>;
  + Cоветов, Б. Я. Базы данных: теория и практика: учебник для бакалавров / Б. Я. Сове- тов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской.- 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2014.

- 463 с. - ISBN 978-5-9916-2940-9;

* + Агальцов, В.П. Базы данных. В 2-х кн. Кн. 2. Распределенные и удаленные базы данных: Учебник / В.П. Агальцов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. -

272 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0394-0. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=372740>.

# 2 Профессиональные задачи выпускника по направлению

**27.03.03 в рамках проектирования автоматизированных информационных систем**

### Шаблоны проектирования АИС

В процессе прохождения преддипломной практики студенты систематизируют знания, полученные в восьми учебных семестрах и закрепляют навыки решения профессиональных задач в рамках предложенных шаблонов АИС для выделенных предметных областей. Основой для формирования профессиональных навыков яв- ляется технология системного проектирования автоматизированных информацион- ных систем, основные аспекты который представлены далее.

Состав автоматизированной информационной системы представлен на рисун- ке 1 и содержит обычно описание информационных ресурсов, используемых систе- мой, разработанных программных модулей и комплекса технических средств, ис- пользуемых для выполнения системой требуемых функций, а также интерфейса, позволяющего обеспечить взаимодействие пользователя и разработанной системы при ее эксплуатации [2].

Информационные ресурсы, представленные в виде баз данных (баз знаний), хранят данные об объектах, связь между которыми задается определенными прави- лами.

Программные модули, обеспечивающие ввод, обработку, поиск и вывод необ- ходимой информации представляют собой реализацию логико-математической мо- дели разрабатываемой системы.

Интерфейс, обеспечивает общение пользователя с системой в удобной для не- го форме и позволяет работать с информацией баз данных.

Комплекс технических средств включает совокупность средств вычислитель- ной техники (ЭВМ разных уровней, рабочие места операторов, каналы связи, запас- ные элементы и приборы) и специальный комплекс (средства получения информа- ции о состоянии объекта управления, локальные средства регулирования, исполни-

тельные устройства, датчики и устройства контроля и наладки технических средств).

АИС выполняет свои функции на основе логико-математических моделей и алгоритмов, составляющих основу математического обеспечения системы, реализу- емых с помощью программных модулей и комплекса технических средств, а также интерфейса, обеспечивающего доступ пользователя к информации [2].

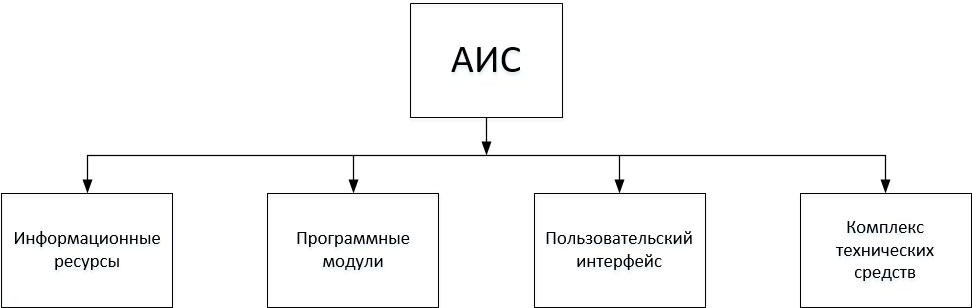
Структуру автоматизированной информационной системы следует рассматри- вать как совокупность определенным образом организованных подсистем, обеспе- чивающих выполнение сбора, хранения, обработки и выдачи информации в целях решения поставленных задач.

Рисунок 1 – Состав АИС

Типовая структура автоматизированной информационной системы представ- лена на рисунке 2 и содержит два вида подсистем – функциональные и обеспечива- ющие подсистемы.

К функциональным относят подсистемы, отвечающие за сбор, представление, хранение, обработку, выдачу и распространение информации и зависящие от осо- бенностей АИС.

Обеспечивающая часть — совокупность информационного, математического, программного, технического, лингвистического, методического, организационного обеспечения. Иногда к этому перечню добавляют правовое, эргономическое и мет- рологическое обеспечение.

Далее приведены рекомендации по разработке шаблонов проектирования АИС, выносимых на освоение в процессе преддипломной практики. Акцент сделан на структуру разработки и представления результатов проектирования, а также на указание дисциплин и работ учебного процесса, в которых проходило формирова- ние требуемого навыка. Полностью соотнесение формируемых профессиональных навыков и используемого учебного инструментария приведено в таблице 3 в под- разделе 1.2 данного учебного пособия.

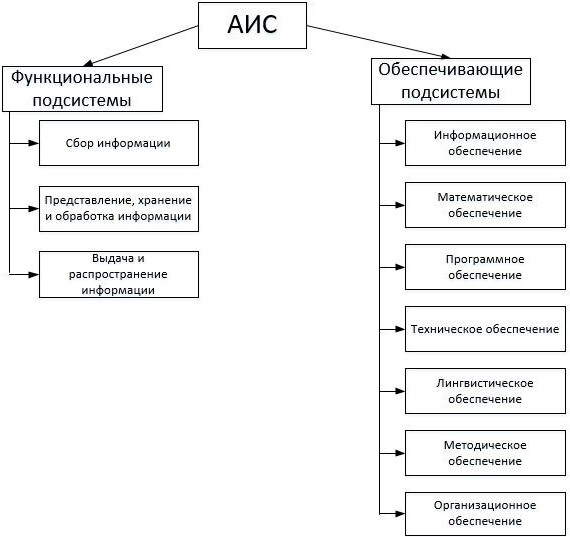


Рисунок 2 – Структура АИС

Описание каждого шаблона должно включать следующую информацию:

* назначение разрабатываемой автоматизированной информационной системы (далее – системы);
* системное представление предметной области;
* функции системы;
* структуру системы;
* математическую модель задачи, для решения которой разрабатывается си- стема и алгоритмы ее решения;
* алгоритмы функционирования системы;
* рекомендации по представлению результатов реализации системы.

В следующих подразделах изложены методические указания по выполнению базовых этапов при формировании шаблонов проектирования АИС:

* системное представление предметной области;
* определение функций и структуры системы;
* математическое обеспечение системы;
* информационное обеспечение системы;
* представление результатов реализации системы.

### Разработка системного представления предметной области АИС

ниям:

Системное представление предметной области должно включать:

* модель черного ящика рассматриваемого объекта исследования;
* результаты моделирования предметной области АИС.

Представляемая модель черного ящика должна отвечать следующим требова-

* параметрический уровень описания входных / выходных воздействий рас-

сматриваемого объекта – подразумевает формулировку названий и обязательное указание единиц измерения каждого выделенного воздействия;

- однозначное соответствие параметров, включаемых в модель черного ящика параметрам, используемым в математической модели задачи проектирования или управления, для решения которой разрабатывается система.

Так как шаблон АИС разрабатывается без конкретного указания объекта или процесса предметной области, в виде модели черного ящика должен быть представ- лен типовой объект или процесс, например, технологический процесс производства продукции.

На рисунке 3 представлена модель черного ящика для технологического про- цесса производства продукции, которая сама по себе также является шаблоном и позволяет быстро структурировать информацию по любому технологическому про- цессу с точки зрения выделения входных и выходных воздействий.



Рисунок 3 – Системное представление технологического процесса производства

Для обеспечения быстрой привязки типового объекта / процесса к конкретно- му заданию определенной предметной области (например, при выполнении мини-

проекта на государственном междисциплинарном экзамене или при решении про- фессиональных задач) следует сопроводить модель черного ящика перечнем типов источников исходной информации для построения модели черного ящика. Напри- мер, для рассматриваемого примера – технологического процесса производства продукции – этот перечень будет выглядеть следующим образом:

* технологические инструкции по производству продукции;
* технологические регламенты производства продукции;
* маршрутная карта;
* карта технологического процесса;
* стандарты качества по видам используемого сырья;
* стандарты качества и паспорта качества готовой продукции.

Результаты анализа и описания технологического процесса обязательно долж- ны использоваться при разработке всех типов шаблонов разработки АИС, рассмат- риваемых в рамках преддипломной практики - АСУ ТП, САПР ТП, АСУ качеством ТП.

Формирование навыка системного представления типовых объектов и процес- сов происходит в процессе изучения дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Моделирование процессов и систем», «Системное проектиро- вание и реинжиниринг бизнес-процессов».

К моделям предметных областей предъявляются следующие требования [3]:

* формализация, обеспечивающая однозначное описание структуры предмет- ной области;
* понятность для заказчиков и разработчиков АИС на основе применения гра- фических средств отображения модели;
* реализуемость, подразумевающая наличие средств физической реализации модели предметной области в автоматизированной информационной системе;
* обеспечение оценки эффективности реализации модели предметной области на основе определенных методов и вычисляемых показателей.

Для реализации перечисленных требований, как правило, строится система моделей, которая отражает структурный и оценочный аспекты функционирования предметной области.

Структурный аспект предполагает построение:

* объектной структуры, отражающей состав взаимодействующих в про- цессах материальных и информационных объектов предметной области;
* функциональной структуры, отражающей взаимо- связь функций (действий) по преобразованию объектов в процессах;
* структуры управления, отражающей события и бизнес-правила, которые воздействуют на выполнение процессов;
* организационной структуры, отражающей взаимодей- ствие организационных единиц предприятия и персонала в процессах;
* технической структуры, описывающей топологию расположения и спо- собы коммуникации комплекса технических средств.

Для отображения структурного аспекта моделей предметных областей в ос- новном используются графические методы, которые должны гарантиро- вать представление информации о компонентах системы.

Для более качественного проектирования требуется построение моделей, увя- зывающих различные компоненты АИС между собой. В простейшем случае в каче- стве таких моделей взаимодействия могут использоваться матрицы перекрестных ссылок: «объекты-функции», «функции-события», «организационные единицы — функции», «организационные единицы — объекты», «организационные единицы — технические средства» и т д. Такие матрицы не наглядны и не отражают особенно- сти реализации взаимодействий.

Для правильного отображения взаимодействий компонентов АИС важно осу- ществлять совместное моделирование таких компонентов, особенно с содержатель- ной точки зрения объектов и функций. При решении таких задач наиболее эффек- тивной является методология структурного системного анализа [4].

Структурным анализом принято называть метод исследования системы, кото- рый начинается с ее общего обзора, а затем детализируется, приобретая иерархиче-

скую структуру с все большим числом уровней. Для таких методов характерно: раз- биение на уровни абстракции с ограниченным числом элементов (от трех до семи); ограниченный контекст, включающий только существенные детали каждого уровня; использование строгих формальных правил записи; последовательное приближение к результату. Существуют различные методологии структурного моделирования предметной области, среди которых следует выделить функционально- ориентированные и объектно-ориентированные методологии.

Объектные методики рассматривают моделируемую организацию как набор взаимодействующих объектов – производственных единиц. Объект определяется как осязаемая реальность – предмет или явление, имеющие четко определяемое по- ведение. Целью применения данной методики является выделение объектов, состав- ляющих организацию, и распределение между ними ответственностей за выполняе- мые действия.

Функциональные методики, наиболее известной из которых является методи- ка IDEF, рассматривают организацию как набор функций, преобразующий посту- пающий поток информации в выходной поток. Процесс преобразования информа- ции потребляет определенные ресурсы. Основное отличие от объектной методи- ки заключается в четком отделении функций (методов обработки данных) от самих данных.

Например, модель в нотации IDEF0 представляет собой совокупность иерар- хически упорядоченных и взаимосвязанных диаграмм. Каждая диаграмма является единицей описания системы и располагается на отдельном листе. Модель может со- держать четыре типа диаграмм:

* родительскую (контекстную) диаграмму;
* диаграммы декомпозиции;
* диаграммы дерева узлов;
* диаграммы только для экспозиции (FEO).

Концепция, синтаксис и семантика языка IDEF0 подробно описана в [3].

Пример контекстной диаграммы для типового процесса изготовления изделия приведен на рисунке 3.

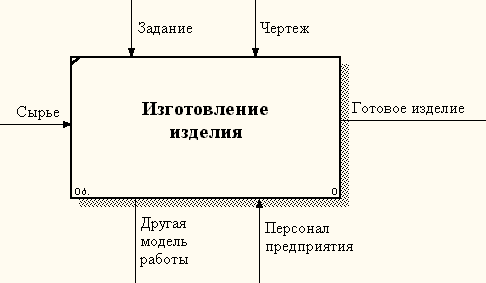


Рисунок 3 – Пример родительской диаграммы в нотации IDEF0

Пример диаграммы декомпозиции представлен на рисунке 4, а пример диа- граммы дерева узлов - на рисунке 5.

С точки зрения моделирования предметной области каждый из представлен- ных подходов обладает своими преимуществами. Объектный подход позволяет по- строить более устойчивую к изменениям систему, лучше соответствует существую- щим структурам организации. Функциональное моделирование хорошо показывает себя в тех случаях, когда организационная структура находится в процессе измене- ния или вообще слабо оформлена. Подход от выполняемых функций интуитивно лучше понимается исполнителями при получении от них информации об их теку- щей работе.

Для объектно-ориентированного подхода разработаны графические методы моделирования предметной области, обобщенные в языке унифицированного моде- лирования UML [5].

UML обеспечивает поддержку всех этапов жизненного цикла ИС и предостав- ляет для этих целей ряд графических средств – диаграмм.

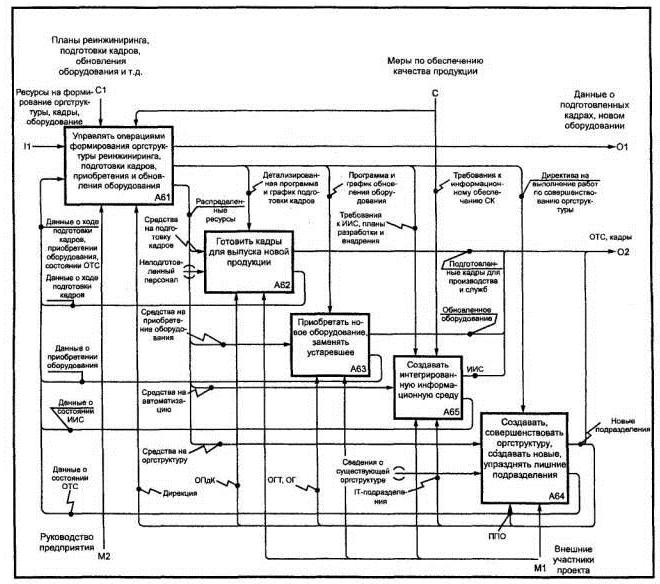


Рисунок 4 – Пример диаграммы декомпозиции в нотации IDEF0

На этапе создания концептуальной модели для описания бизнес-деятельности используются модели бизнес-прецедентов и диаграммы видов деятельности, для описания бизнес-объектов – модели бизнес-объектов и диаграммы последователь- ностей.

На этапе создания логической модели ИС описание требований к системе за- дается в виде модели и описания системных прецедентов, а предварительное проек- тирование осуществляется с использованием диаграмм классов, диаграмм последо- вательностей и диаграмм состояний.

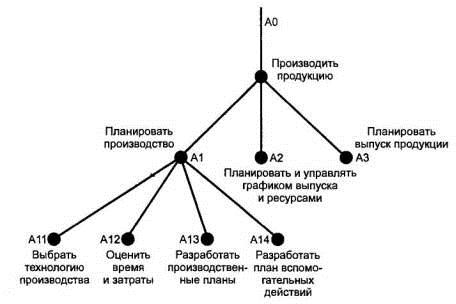


Рисунок 5 – Пример диаграммы дерева узлов

На этапе создания физической модели детальное проектирование выполняется с использованием диаграмм классов, диаграмм компонентов, диаграмм развертыва- ния.

Далее приводятся определения и описывается назначение перечисленных диа- грамм и моделей применительно к задачам проектирования АИС (в скобках приве- дены альтернативные названия диаграмм, использующиеся в современной литера- туре):

* диаграммы прецедентов (диаграммы вариантов использования, use case diagrams) – это обобщенная модель функционирования системы в окружающей среде;
* диаграммы видов деятельности (диаграммы деятельностей, activity diagrams)
  + модель бизнес-процесса или поведения системы в рамках прецедента;
    - диаграммы взаимодействия (interaction diagrams) – модель процесса обмена сообщениями между объектами, представляется в виде диаграмм последовательно- стей (sequence diagrams) или кооперативных диаграмм (collaboration diagrams);
    - диаграммы состояний (statechart diagrams) – модель динамического поведе- ния системы и ее компонентов при переходе из одного состояния в другое;
    - диаграммы классов (class diagrams) – логическая модель базовой структуры системы, отражает статическую структуру системы и связи между ее элементами;
    - диаграммы базы данных (database diagrams) — модель структуры базы дан- ных, отображает таблицы, столбцы, ограничения и т.п.;
    - диаграммы компонентов (component diagrams) – модель иерархии подсистем, отражает физическое размещение баз данных, приложений и интерфейсов АИС;
    - диаграммы развертывания (диаграммы размещения, deployment diagrams) – модель физической архитектуры системы, отображает аппаратную конфигурацию ИС.

На рисунке 6 показаны отношения между различными видами диаграмм UML. Указатели стрелок можно интерпретировать как отношение «является источником входных данных для...» (например, диаграмма прецедентов является источником данных для диаграмм видов деятельности и последовательности). Приведенная схе- ма является наглядной иллюстрацией итеративного характера разработки моделей с использованием UML.

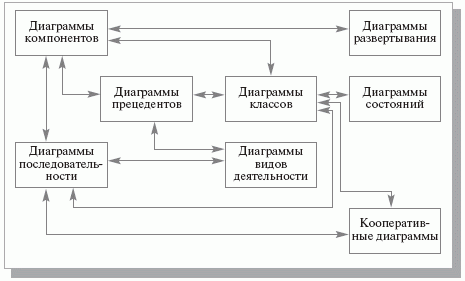


Рисунок 6 – Отношения между различными видами UML диаграмм

Следует отметить, что по наглядности представления модели пользователю- заказчику объектно-ориентированные модели явно уступают функциональным мо- делям.

При выборе методики моделирования предметной области обычно в качестве критерия выступает степень ее динамичности. Для более регламентированных задач больше подходят функциональные модели, для более адаптивных бизнес- процессов (управления рабочими потоками, реализации динамических запросов к информационным хранилищам) — объектно-ориентированные модели. Однако в рамках одной и той же АИС для различных классов задач могут требоваться раз- личные виды моделей, описывающих одну и ту же проблемную область. В таком случае должны использоваться комбинированные модели предметной области.

Навык моделирования предметной области системы формируется при освое- нии дисциплин «Моделирование систем и процессов» (функционально- ориентированное моделирование: IDEF, DFD с использованием инструментальных сред BpWin, ErWin, MS Visio) и «Инструментальные средства разработки систем» (объектно-ориентированное моделирование: UML с использование среды модели- рования Rational Rose), а также при выполнении курсового проекта по дисциплине

«Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов».

### Определение функций и структуры системы

По результатам анализа предметной области системы происходит разработка концептуальной модели АИС, состоящая из описания:

1. перечня требований к реализации системы,
2. функций системы;
3. структуры системы.

Проектировщик, с одной стороны, должен представлять взаимосвязи между этими тремя составляющими, а с другой – четко различать границу между ними.

В соответствии с [6], требование – это:

1. условия или возможности, необходимые пользователю для решения про- блем или достижения целей;
2. условия или возможности, которыми должна обладать система или систем- ные компоненты, чтобы выполнить контракт или удовлетворять стандартам, специ- фикациям или другим формальным документам;
3. документированное представление условий или возможностей для преды- дущих пунктов.

Под функцией системы в системном анализе понимают совокупность дей- ствий, выполняемых для достижения поставленной цели (способ достижения цели).

Структура системы – это совокупность элементов системы и связей между ними, необходимых и достаточных для выполнения запланированных функций.

В рамках разработки АИС, любое требование определяет внешне види- мую функцию или атрибут системы. Структура описывает специфический под- компонент системы и/или его интерфейс с другими подкомпонентами. Следует заметить, что каждое требование в перечне требований к АИС ограничивает вари- анты структуры.

Формулировка требований играет важную роль в разработке автоматизиро- ванных информационных систем – он закладывает фундамент всего процесса проек- тирования и реализации системы и является базовой частью профессиональной дея- тельности системного аналитика. Ошибки, допущенные при определении требова- ний к разрабатываемой системе, оказывают наиболее пагубное воздействие на ре- зультат проектирования и исправить их сложнее, чем любые другие [6].

Извлечение и формализация качественных требований носит во многом эмпи- рический характер. Однако, в практике разработки автоматизированных систем к настоящему времени сформированы следующие свойства, которыми должны обла- дать требования к системе:

* + - полнота;
    - ясность;
    - корректность;
    - согласованность;
    - верифицируемость;
    - необходимость;
    - полезность при эксплуатации;
    - осуществимость;
    - модифицируемость;
    - трассируемость;
    - упорядоченность по важности и стабильности;
    - наличие количественной метрики.

Большинство из этих свойств раскрыто в первом разделе стандарта IEEE и широко обсуждается в работах [7,8].

Хорошо проработанные требования позволяют:

* + - выработать общее понимание между заказчиком и разработчиком;
    - определить рамки проекта;
    - более точно определить финансовые и временные характеристики проекта;
    - обезопасить заказчика от риска получить продукт, в котором он не сможет работать;
    - обезопасить разработчика от риска попасть в ситуацию «неконтролируемого размытия границ», которое может привести к непредвиденным затратам ресурсов сверх начальных ожиданий.

При разработке шаблона проектирования АИС в рамках прохождения предди- пломной практики, обязательным условием представления результатов является ис- пользование таких профессиональных практических инструментов как:

1. техническое задание на АИС;
2. спецификация требований;
3. матрицы трассировки требований к функциям системы;
4. матрицы трассировки функций к архитектуре системы;
5. диаграмма прецедентов (UML диаграмма вариантов использования);
6. тестовые сценарии.

Основой для выполнения этапа концептуального проектирования АИС явля- ются следующие регламентирующие документы:

* + - ГОСТ 19.201-78 ЕСПД. Техническое задание. Требование к содержанию и оформлению;
    - ГОСТ 24.201-79 Документация на АСУ. Требование к содержанию докумен- та «Техническое задание»;
    - ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Автоматизированные систе- мы. Техническое задание на создание автоматизированной системы;
    - IEEE 830-1998 «Методика составления спецификаций требований к про- граммному обеспечению».

На этапе анализа постановки задачи и требований к системе используют диа- граммы прецедентов, диаграммы деятельностей для расшифровки содержания пре- цедентов, диаграммы состояний для моделирования поведения объектов со слож- ным состоянием, диаграммы классов для выделения концептуальных сущностей предметной области задачи и диаграммы последовательностей действий.

Прецеденты (варианты использования — Use Cases) — это подробные проце- дурные описания вариантов использования системы всеми заинтересованными ли- цами, а также внешними системами, т. е. всеми, кто (или что) может рассматривать- ся как акторы (actors) — действующие лица. По сути, это своего рода алгоритмы ра- боты с системой с точки зрения внешнего мира.

В зависимости от цели выполнения конкретной задачи различают следующие варианты использования [8]:

* + - основные, обеспечивают выполнение функций проектируемой системы;
    - вспомогательные, обеспечивают выполнение настроек системы и ее обслу- живание;
    - дополнительные, служат для удобства пользователя (реализуются в том слу- чае, если не требуют серьезных затрат каких-либо ресурсов ни при разработке, ни при эксплуатации).

Прецеденты являются основой функциональных требований к системе, позво- ляют описывать границы проектируемой системы, ее интерфейс, а затем выступают как основа для тестирования системы заказчиком с помощью приемочных тестов.

Раннее формирование тестов для проверки приемлемости разработанной ар- хитектуры АИС позволяет обнаружить дефекты в требованиях.

Тестовые сценарии, как и варианты использования, могут поддерживать раз- ные уровни абстракции. Различаются концептуальные и детальные тестовые сцена- рии. Концептуальный уровень предполагает проработку процедуры тестирования, инвариантную к конкретной реализации АИС.

В [8] предложена следующая процедура использования тестовых сценариев для тестирования требований:

* + - построить матрицу, где по вертикали отмечены функциональные требования, а по горизонтали – тестовые сценарии – матрицу трассировки требований;
    - убедиться, что каждый из тестовых сценариев осуществим на существующем наборе требований;
    - убедиться, что для каждого требования представлен как минимум один те- стовый сценарий;
    - прочертить путь каждого из тестовых сценариев на карте диалогов.

Это позволит не только обнаружить некорректные или пропущенные требова- ния, но и исправить ошибки на карте диалогов и отшлифовать варианты тестирова- ния.

Для всех нефункциональных требований, включенных в спецификацию, необ- ходимо подобрать методы оценки соответствия проектируемой системы. Только в этом случае, согласно [8], процедуру анализа требований можно считать закончен- ной.

Основной трудностью при этом является необходимость подбора количе- ственной метрики к каждому нефункциональному требованию, а они, зачастую, имеют слабоформализуемую или неформализуемую природу. В этом случае, следу- ет попробовать провести декомпозицию требования или уточнить его формулиров- ку.

Трассируемость требования определяется возможностью отследить связь между ним и другими артефактами информационной системы (документами, моде- лями, текстами программ и пр.). Отдельная трасса представляет собой направленное бинарное отношение, заданное на множестве артефактов разрабатываемой системы, где первый элемент отношения представляет соответствующее требование, а второй

* + артефакт, зависимый от данного требования.

На практике трассировки анализируются при посредстве графовых, либо таб- личных моделей.

Процесс трассировки позволяет, с одной стороны, выявить уже на стадии про- ектирования системы проектные артефакты, к которым не ведёт связь ни от одного из артефактов, описывающих требования, с другой – артефакты, описывающие тре- бования, не связанные с проектными артефактами.

В первом из случаев целесообразно убедиться в том, что проектный артефакт действительно имеет право на существование, а не является избыточным.

Во втором случае необходимо проанализировать полезность выявленных тре- бований: либо эти требования несут недостаточную полезную нагрузку и могут быть игнорированы, либо имеют место ошибки проектирования: пропущены соот- ветствующие артефакты.

Другая цель трассировки – повысить управляемость проектом: при изменении отдельно взятого требования становится понятно – какие из проектных, рабочих и других артефактов подлежат изменению.

На основе сформированного перечня требований к разрабатываемой системе и выполняемых ею функций проектируется структура АИС.

Навык формулирования требований к разрабатываемой системе, определения ее функций и структуры формируется в учебном процессе при изучении дисциплин

«Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Системное проектирова- ние и реинжиниринг бизнес-процессов», «Инструментальные средства разработки систем».

В последующих разделах настоящего учебного пособия представлены типо- вые структуры систем с учетом особенностей решаемых ими задач и отражением их в учебном процессе.

### Разработка математического обеспечения АИС

Математическое обеспечение АИС – совокупность математических методов, моделей, алгоритмов обработки информации, используемых при решении задач в информационной системе.

В состав математического обеспечения АИС включают:

* + - средства математического обеспечения (их классификационный перечень представлен ниже);
    - техническая документация (описание задач, алгоритмы решения задач);
    - методы выбора математического обеспечения (методы определения типов задач, методы оценки вычислительной сложности алгоритмов, методы оценки до- стоверности результатов).

К средствам математического обеспечения относятся:

* + - средства моделирования функциональных задач АИС;
    - типовые задачи анализа, проектирования, управления;
    - методы решения типовых задач анализа, проектирования и управления.

К дисциплинам, формирующим навыки составления математического обеспе- чения АИС относятся дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Теория автоматического управления», «Моделирование процессов и си- стем», «Вычислительная математика», «Прикладные математические модели».

Особенности разработки математического обеспечения в рамках конкретных шаблонов проектирования АИС описаны в следующих разделах учебного пособия.

На основе математического обеспечения формируется алгоритмическое и про- граммное обеспечение автоматизированной информационной системы.

Алгоритмическое обеспечение представляет собой совокупность математиче- ских методов, моделей и алгоритмов, используемых в системе для решения задач и обработки информации.

Разработанные алгоритмы должны быть представлены в виде схем данных, схем программ, схем работы системы, схем ресурсов системы. Правила их выполне- ния приведены в ГОСТ 19.701 – 90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения [9].

В соответствии с [9]:

* + - схемы данных отображают путь данных при решении задач и определяют этапы обработки, а также различные применяемые носители данных;
    - схемы программ отображают последовательность операций в программе;
    - схемы работы системы отображают управление операциями и поток данных в системе;
    - схемы взаимодействия программ отображают путь активации программ и взаимодействий с соответствующими данными. Каждая программа в схеме взаимо- действия программ может быть показана только один раз (в схеме работы системы программа может изображаться более чем в одном потоке управления).

Все виды перечисленных схем состоят из имеющих заданное значение симво- лов, краткого пояснительного текста и соединяющих линий.

Схемы могут использоваться на различных уровнях декомпозиции системы, причем, число уровней зависит от размеров и сложности задачи обработки данных. Уровень декомпозиции должен быть таким, чтобы различные части и взаимосвязи между ними были понятны в целом.

Программное обеспечение состоит из:

* + - из общего ПО (операционные системы, трансляторы, тесты и диагностика, то есть все то, что обеспечивает работу аппаратных устройств);
    - специального ПО (прикладное ПО, обеспечивающее автоматизацию решения функциональных задач АИС в заданной предметной области).

Зачастую, математическое, алгоритмическое и программное обеспечение объ- единяют в одну группу.

В рамках разработки шаблонов проектирования АИС при прохождении пред- дипломной практики по рассматриваемому разделу студент должен продемонстри- ровать навыки:

* + - составления математической модели задачи, для решения которой разраба- тывается система;
    - формирования алгоритмов ее решения;
    - формирование алгоритмов функционирования системы.

В тех случаях, когда для решения той или иной актуальной задачи не удается подобрать математический метод, используются эвристические алгоритмы. При этом следует помнить, что каждый из методов может быть применен для решения различных по специфике задач пользователей. И наоборот: одна и та же задача мо- жет решаться с помощью различных методов.

Математические модели, методы и алгоритмы проектируемой АИС являются основой для формирования ее информационного обеспечения, а также во многом определяют структуру пользовательского интерфейса.

### Разработка информационного обеспечения АИС

Информационное обеспечение АИС представляет собой совокупность единой системы классификации, унифицированной системы документации и информацион- ной базы [10].

В соответствии с [10] информационное обеспечение АИС является средством для решения следующих задач:

* + - однозначного и экономичного представления информации в системе (на ос- нове кодирования объектов);
    - организации процедур анализа и обработки информации с учетом характера связей между объектами (на основе классификации объектов);
    - организации взаимодействия пользователей с системой (на основе экранных форм ввода-вывода данных);
    - обеспечения эффективного использования информации в контуре управле- ния деятельностью объекта автоматизации (на основе унифицированной системы документации).

К информационному обеспечению предъявляются следующие общие требова-

ния:

* + - информационное обеспечение должно быть достаточным для поддержания

всех автоматизируемых функций объекта;

* + - для кодирования информации должны использоваться принятые у заказчи- ка классификаторы;
    - для кодирования входной и выходной информации, которая используется на высшем уровне управления, должны быть использованы классификаторы этого уровня;
    - должна быть обеспечена совместимость с информационным обеспечением систем, взаимодействующих с разрабатываемой системой;
    - формы документов должны отвечать требованиям корпоративных стандар- тов заказчика (или унифицированной системы документации);
    - структура документов и экранных форм должна соответствовать характери- стикам терминалов на рабочих местах конечных пользователей;
    - графики формирования и содержание информационных сообщений, а также используемые аббревиатуры должны быть общеприняты в этой предметной области и согласованы с заказчиком;
    - в АИС должны быть предусмотрены средства контроля входной и результат- ной информации, обновления данных в информационных массивах, контроля це- лостности информационной базы, защиты от несанкционированного доступа.

Структура информационного обеспечения АИС представлена на рисунке 7 и включает два комплекса: внешнее (внемашинное) информационное обеспечение (классификаторы технико-экономической информации, документы, методические инструктивные материалы) и внутреннее (внутримашинное) информационное обес-

печение (макеты/экранные формы для ввода первичных данных в ЭВМ или вывода результатной информации, структуры информационной базы: входных, выходных файлов, базы данных (БД), хранилища данных, базы знаний).

В соответствии с [10], база данных — это множество данных, структуриро- ванных в памяти компьютера таким образом, что достигаются их минимальная из- быточность и максимальная независимость от прикладных программ.

Данные в базе находятся в памяти в соответствии с некоторой моделью. Наиболее распространённой моделью баз данных в настоящее время являет-

ся реляционная модель.



Рисунок 7 – Информационное обеспечение АИС

Реляционная модель — это множество нормализованных взаимосвязанных таблиц. Связи между таблицами поддерживаются с помощью либо первичных клю-

чей этих таблиц, либо первичного ключа одной таблицы и неключевых реквизитов другой таблицы.

Нормализация таблиц позволяет производить над ними операции реляционной алгебры, т.е. операции выбора, соединения, объединения, разности, пересечения и т.д.

Базы данных должны создаваться таким образом, чтобы достигал- ся минимум затрат на корректировку данных и на перепрограммирование, необхо- димое в результате изменения структуры базы данных.

Поэтому базы данных создаются на основе двух принципов:

* + - неизбыточность;
    - независимость.

Для решения задач разработки информационного обеспечения АИС с помо- щью реляционных баз данных, необходимо:

* + - разделить множество документов, используемых для решения функциональ- ных задач АИС, на входные оперативные, отражающие текущие организационно- технологические операции, и условно-постоянные (нормативно-справочные);
    - определить модель БД, нормализовав, если нужно, используемые таблицы, описать их структуру и указать связи между таблицами с помощью средств СУБД. В результате получают реляционную модель БД;
    - согласно полученной реляционной модели, базу данных наполняют входной информацией, после чего она готова для решения функциональных задач разраба- тываемой АИС.

Решение задач с помощью СУБД может осуществляться в двух режимах:

* + - режим конечного пользователя с применением конструктора баз данных и запросов;
    - программный режим, предполагающий знание пользователем языка СУБД и позволяющий создавать прикладные программы.

Конечный пользователь, как правило, применяет конструктор, с помощью ко- торого задаются структура БД, формулы для расчётов и структура отчёта. Про-

граммный режим предполагает создание программ с помощью программистов - профессионалов.

С появлением и развитием корпоративных и иных сетей появилась возмож- ность организации доступа к одним и тем же данным из различных структурных подразделений предприятия или из других регионов. При этом разработаны два ви- да баз данных — централизованные и распределённые.

Централизованная БД характеризуется тем, что полностью находится на цен- тральном компьютере, к которому пользователи (клиенты) обращаются за информа- цией с помощью своих компьютеров.

Управление базой данных (её корректировка и прочие процедуры, поддержи- вающие её целостность, безопасность и др.) осуществляется централизованно.

Один компьютер, располагающий ресурсами, называется сервером. Компью- тер, который обращается к серверу за данными или за требованиями решения зада- чи, называется клиентом.

Недостатки централизованной БД:

* + - необходимость передачи большого потока данных;
    - низкая надёжность;
    - низкая производительность.

Преимущества: минимальные затраты на корректировку.

Для уменьшения влияния перечисленных недостатков создают распределён- ные базы данных, т.е. БД, части которых находятся в различных узлах сети.

Предприятия сами по себе имеют распределённую структуру, поэтому данные фактически распределены по структурным подразделениям. Отсюда АИС должны содержать распределённую базу данных, которая должна отражать структуру пред- приятия.

Фактически распределенная БД есть виртуальный объект, составные части ко- торого хранятся в разных узлах сети. Для пользователя они находятся в одной логи- ческой модели базы данных.

Полностью распределённая БД создается в тех случаях, когда частота решения всех задач и объёмы передаваемых данных для их решения примерно одинаковы.

Однако если частота решения одних задач очень отличается от частоты реше- ния других и при этом объёмы передаваемых данных остаются прежними, то можно пойти на дублирование некоторых данных, тем самым сократив затраты на их пере- дачу.

В этом случае получают частично распределённую базу данных. Главный кри- терий распределения данных в сети состоит в следующем: данные должны нахо- диться там, где существует наибольшая частота обращения к ним.

Для решения задач проектирования и управления в среде централизованной или распределённой базы данных можно воспользоваться одним из следующих ме- тодов: доступ на основе архитектуры сети видов «файл — сервер» и «клиент — сервер».

Следует отметить, что при разработке информационного обеспечения автома- тизированных информационных систем отправной точкой является анализ источни- ков исходной информации, имеющих важное значение для функционирования объ- екта автоматизации.

Можно выделить целую иерархию стандартов и регламентирующих докумен- тов, которые должны быть включены в обзор и учитываться при проектировании информационного обеспечения системы:

* + - международные стандарты;
    - государственные стандарты;
    - отраслевые стандарты, нормы, правила;
    - стандарты предприятия;
    - технологические регламенты;
    - сформированное на основе анализа требований всех вышеперечисленных видов документов техническое задание на АИС;
    - рабочая документация.

Формирование навыка разработки базы данных и СУБД в учебном процессе происходит при изучении дисциплин «Информатика», «СУБД», «Управление ин- формационными системами предприятия», «Системное проектирование и реинжи-

ниринг бизнес-процессов», а также при выполнении заданий в рамках прохождения производственной практики после второго и третьего курсов.

Для представления результатов разработки базы данных рекомендуется ис- пользовать инфологическую и даталогическую модели.

### Представление результатов проектирования системы. Экспериментальная апробация

В качестве результатов проектирования системы в рамках разработки шабло- нов проектирования АИС при прохождении преддипломной практики, могут быть представлены:

* + - прототип пользовательского интерфейса системы [11];
    - структура источников исходной информации для проведения тестирования в соответствии с разработанной программой и методикой испытаний системы;
    - фрагменты экспериментальных данных / данных тестовых примеров для апробации АИС;
    - примеры отчетных документов, формируемых проектируемой системой;
    - рекомендации по выбору инструментальных средств реализации системы;
    - рекомендации по оценке эффективности предлагаемых проектных решений, в том числе, на основе критериев коммерческой эффективности.

Навык прототипирования пользовательского интерфейса системы формирует- ся при изучении дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие реше- ний», «Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов», «Инстру- ментальные средства разработки систем», навык формирования выборки данных для проведения экспериментальной апробации – при изучении дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие решений» и «Моделирование систем и процессов», навык оценки эффективности проектных решений – при изучении дисциплины

«Управление проектами».

В последующих разделах пособия рассмотрены особенности разработки функций, структуры и математического обеспечения всех типов шаблонов автома- тизированных информационных систем, перечисленных в разделе 1.2 – системы

поддержки принятия решений, экспертной системы, АСУ ТП, САПР ТП, АСУ каче- ством технологического процесса, АРМ и системы автоматизации документооборо- та.

# Особенности разработки системы поддержки принятия решений (СППР)

### Функции и структура СППР

Существуют различные определения понятия «система поддержки принятия решений» в зависимости от особенностей моделей и методов, используемых в рас- сматриваемом типе автоматизированных систем.

Например, система поддержки принятия решений – это интерактивная автома- тизированная система, которая помогает лицам, принимающим решения, использо- вать данные и модели, чтобы решать слабоструктуризованные проблемы.

В [12] СППР определяется, как «компьютерная информационная система, ис- пользуемая для различных видов деятельности при принятии решений в ситуациях, где невозможно или нежелательно иметь автоматическую систему, которая полно- стью выполняет весь процесс решения». Таким образом, система не заменяет полно- стью человека, а обеспечивает его деятельность различными инструментами для решения проблемы.

Существуют различные классификации систем поддержки принятия решений. Например, по виду концептуальной модели выделяют СППР, реализующие информационный подход; подход, основанные на знаниях - эволюционирующая СППР; инструментальный подход – СППР как генератор альтернатив, как инстру-

ментарий выбора или специализированная СППР.

По иерархическому уровню управления, на котором будет использоваться си- стема выделяют СППР для высшего, среднего и низшего звена в иерархии управле- ния.

По степени новизны проблемы, для решения которой предназначена СППР выделяют СППР для уникальных проблем и для повторяющихся проблем.

По характеру выполняемых функций выделяют СППР, ориентированные на данные и СППР, ориентированные на модели принятия решений.

По временному горизонту процесса принятия решений выделяют СППР для стратегического планирования (долгосрочные решения), СППР тактического плани- рования (среднесрочные решения), СППР для оперативного управления (кратко- срочные решения).

Подробно об особенностях каждого типа выделенных систем поддержки при- нятия решений и о других классификациях СППР можно почитать в [12].

В рамках преддипломной практики в зависимости от степени поддержки поль- зователя и характера выполняемых функций рекомендуется при формировании шаблона проектирования СППР опираться на следующие типы проектируемой си- стемы:

* + - оптимизационные модели, обеспечивающие выбор направления действий, генерируя оптимальные решения, удовлетворяющие набору ограничений;
    - системы анализа информации, обеспечивающие доступ к нескольким базам данных и небольшим моделям;
    - «рекомендующие» модели, которые позволяют сгенерировать наборы аль- тернатив в случае слабоструктуризованных задач.

Выделенным назначением системы, определяется состав выполняемых систе- мой поддержки принятия решений функций и структура проектируемой системы.

На рисунке 8 представлены функциональные подсистемы системы поддержки принятия решений. В типовой СППР рекомендуется выделять:

* + - база данных и система управления базами данных (СУБД), как отдельную подсистему, предназначенную для хранения, управления, отбора, отображения и анализа данных;
    - интерфейс пользователя позволяет лицу, принимающему решение, выпол- нять диалог с системой, используя программы ввода, форматы и технологии вывода;
    - модуль принятия решений – на основе базы моделей и системы управления базами моделей как самостоятельная подсистема, включает набор моделей для обеспечения запросов пользователей, решения аналитических и других задач. В

рамках формирования шаблона проектирования СППР рекомендуется выделять функциональные подсистемы модуля принятия решений в соответствии со структу- рой решения оптимизационных задач – т.е. выделять инструменты формирования математической модели, включающей критерии выбора и область допустимых ре- шений – альтернатив, а также инструменты для решения сформированной задачи выбора. Таким образом, следует выделить блок формирования критериев, блок ге- нерирования альтернатив, блок выбора и реализации метода принятия решения;

* + - блок формирования отчетности для генерирования отчетных документов, со- держащих результаты процесса принятия решения в соответствии с требованиями нормативных и регламентирующих документов рассматриваемой предметной обла- сти.

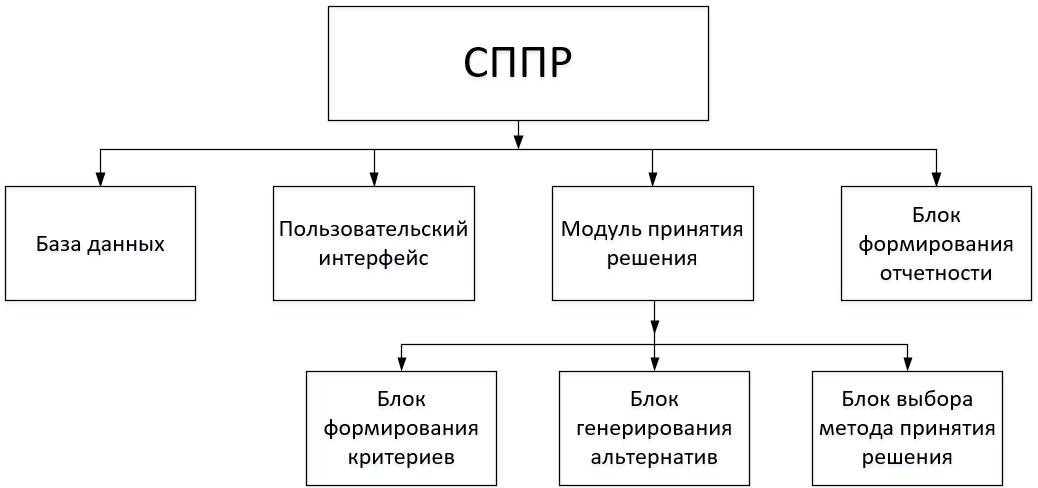


Рисунок 8 – Функциональные подсистемы СППР

### Математическое обеспечение СППР

В рамках рассматриваемых при прохождении преддипломной практики типов СППР, математической основой любой такой системы поддержки принятия реше- ний должна являться задача принятия решений или задача оптимизации на критери- альном языке. Поэтому при формировании математического и алгоритмического обеспечения СППР, должны быть разработаны инструменты для формирования

критериев оптимальности, для генерирования альтернатив или для их организован- ного перебора, а также для реализации метода принятия решения для сформулиро- ванной математической задачи.

Необходимые для разработки систем поддержки принятия решений типы за- дач оптимизации и принятия решений, а также методы и средства для их решения изучались в рамках дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие реше- ний», «Моделирование систем и процессов».

Следует отметить, что решение задачи принятия решений в различных при- кладных аспектах и с различными особенностями постановки может быть организо- вано также в рамках АСУ ТП, САПР ТП, АРМ, ЭС.

Математическая модель задачи принятия решения состоит из:

* + - целевой функции (критериев оптимальности) – показывает, в каком смысле решение должно быть оптимальным. При этом возможны три вида назначения целе- вой функции – максимизация, минимизация и достижение требуемого значения;
    - ограничений - зависимостей между переменными рассматриваемого объекта исследования;
    - граничных условий – области допустимых значений искомых параметров.

Критерии оптимальности подбираются к сформулированным целям принятия решения.

Формированию навыков выделения проблемной ситуации из окружающей среды, а также формализации математической модели задачи оптимизации большое внимание уделялось при изучении дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Моделирование процессов и систем».

Классификации задач оптимизации, изучаемые в рамках учебного процесса [13], представлены на рисунке 9.

Ограничения и граничные условия формируют множество допустимых аль- тернатив решения рассматриваемой задачи. Причем, граничные условия определя- ются содержательной постановкой проблемной ситуации и физическими особенно- стями рассматриваемых объектов или процессов и в большинстве случаев не пред- ставляют особой сложности при определении, а процедура формирования ограниче-

ний задачи – зависимостей выходных переменных от входных – требует специаль- ного математического инструментария.

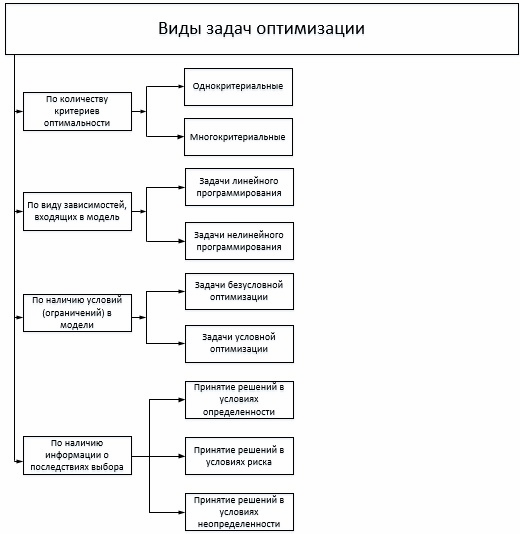


Рисунок 9 – Классификации задач оптимизации

По сути, речь идет о методах математического моделирования, которые укрупненно можно разделить на два класса – аналитические и экспериментально- статистические.

Аналитические методы построения математических моделей рекомендуется использовать для определения математических зависимостей, имеющих силу зако- на. А экспериментально-статистические методы, к которым относятся, например, методы многомерного статистического анализа – регрессионный, корреляционный,

кластерный анализ – рекомендуются к использованию в том случае, когда объек- тивно существующая зависимость не имеет готового аналитического выражения. Обязательным условием применения этих методов является проведение работ по формированию представительной выборки, подчиняющейся нормальному закону распределения.

В качестве программных средств для реализации указанных методов, в том случае, если в разрабатываемой СППР не планируется предусматривать процедуры построения и уточнения моделей по мере эксплуатации системы, рекомендуется ис- пользовать математические пакеты MathCad, MatLab, а также пакет многомерного статистического анализа Statistica.

Помимо методов составления математической модели задачи принятия реше- ний, необходимо использовать методы решения таких задач.

Методы решения задач оптимизации, изучаемые в рамках дисциплины «Си- стемный анализ, оптимизация и принятие решений» представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Методы решения задач оптимизации

|  |  |
| --- | --- |
| Вид задачи оптимизации | Методы решения задачи |
| Задачи линейного программирования: Одноиндексные (задачи оптимизации плана производства, оптимального смешения, оптимального раскроя мате- риала)  Двухиндексные (транспортная задача, задача о назначении) | Симплекс-метод  Метод потенциалов |
| Задачи безусловной оптимизации | Аналитический подход (если целевая функция дважды непрерывно дифферен- цируема)  Численные методы безусловной оптими- зации:  нулевого порядка (метод Хука-Дживса, Нелдера-Мида, Розенброка)  первого порядка (метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска) второго порядка (метод Ньютона, Марк-  вардта) |

Продолжение таблицы 5

|  |  |
| --- | --- |
| Вид задачи оптимизации | Методы решения задач |
| Задачи условной оптимизации | Аналитический подход  Численные методы условной оптимиза-  ции: метод штрафов, метод барьерных функций |
| Многокритериальные задачи | Метод оптимальности по Парето на ос- нове попарных сравнений (если частные критерии оптимальности имеют равный приоритет)  Метод главного критерия, метод после- довательных уступок, метод свертки критериев (если частные критерии опти- мальности имеют разный приоритет). Для определения весовых коэффициен- тов при свертке критериев методом взвешенных сумм может быть использо-  ван метод главных компонент |
| Задачи принятия решений в условиях неопределенности | Методы принятия решений на основе максиминного, минимаксного критерия,  критерия Сэвиджа, Гурвица. |

В качестве алгоритмического обеспечения при разработке шаблона проекти- рования СППР следует представлять блок-схемы алгоритмов решения рассматрива- емой задачи оптимизации.

Например, если задача формализована как нелинейная условная многокрите- риальная задача оптимизации с различными по значимости критериями, то для ее решения может быть выбрана следующая группа методов:

* + - метод свертки критериев (этот метод позволяет в задачах многокритериаль- ной оптимизации с различными по значимости критериями свернуть частные крите- рии оптимальности в один обобщенный с помощью, например, метода взвешенных сумм);
    - метод главных компонент (этот метод можно использовать для определения значений весовых коэффициентов при свертке критериев);
    - метод штрафных функций (для решения однокритериальных условных задач оптимизации);
    - метод Хука-Дживса (для решения нелинейной однокритериальной задачи в рамках метода штрафных функций).

Соответственно, при разработке шаблона проектирования можно в качестве примеров алгоритмического обеспечения представлять блок-схемы алгоритмов вы- шеперечисленных методов.

# Особенности разработки экспертной системы (ЭС)

### Функции и структура ЭС

Экспертная система – система искусственного интеллекта, разработанная для поддержки принятия решений. В ее функции входит сбор, накопление и структури- рование знаний специалистов в определенной узкой предметной области, а также тиражирование этого эмпирического опыта для консультаций менее квалифициро- ванных пользователей. Таким образом экспертная система позволяет создать ра- зумное решение предложенной задачи и объяснить его пользователю.

Любая экспертная система искусственного интеллекта должна содержать со- ставляющие процесса принятия решения человеком: цели, знания, механизмы вы- вода и упрощения [14].

В качестве источников знаний для наполнения ЭС следует использовать ре- зультаты научно-исследовательских работ, литературу, которая содержит описание предметной области, а также знания экспертов.

Экспертные системы предназначены для так называемых неформализованных задач, т. е. экспертные системы не отвергают и не заменяют традиционного подхода к разработке программ (например, систем поддержки принятия решений, рассмот- ренных в предыдущем разделе), ориентированного на решение формализованных задач, но дополняют их, тем самым значительно расширяя возможности.

Такие сложные неформализованные задачи характеризуются:

* + - ошибочностью, неточностью, неоднозначностью, а также неполнотой и про- тиворечивостью исходных данных;
    - ошибочностью, неоднозначностью, неточностью, неполнотой и противоре- чивостью знаний о проблемной области и решаемой задаче;
    - большой размерностью пространства решений конкретной задачи;
    - динамической изменчивостью данных и знаний непосредственно в процессе решения такой неформализованной задачи.

Экспертные системы главным образом основаны на эвристическом поиске решения, а не на исполнении известного алгоритма. В этом одно из главных пре-

имуществ технологии экспертных систем перед традиционным подходом к разра- ботке программ.

Для того чтобы построить экспертную систему, необходимо разработать ме- ханизмы выполнения следующих функций системы [15]:

* + - решение задач с использованием знаний о конкретной предметной области - возможно, при этом возникнет необходимость иметь дело с неопределенностью;
    - взаимодействие с пользователем, включая объяснение намерений и решений системы в течение и после окончания процесса решения задачи.

Каждая из этих функций может оказаться очень сложной и зависит от пред- метной области, а также от различных практических требований.

На рисунке 9 представлены функциональные подсистемы экспертной систе- мы. Помимо базы данных, интерфейса пользователя и модуля вывода информации, выполняющих функции, аналогичные описанным применительно к СППР, эксперт- ная система содержит базу знаний.



Рисунок 9 – Функциональные подсистемы экспертной системы

База знаний — [база данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85), содержащая правила вывода и факты - [информа-](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) [цию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) о человеческом опыте и знаниях в некоторой [предметной обла-](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C) [сти](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C) (ISO/IEC/IEEE 24765-2010, ISO/IEC 2382-1:1993). В зависимости от входной информации, в результате реализации алгоритмов вывода, организованных на осно- ве базы знаний, принимается то или иное решение. В самообучающихся системах

база знаний также содержит информацию, являющуюся результатом решения предыдущих задач.

Факты представляют собой краткосрочную информацию, которая может из- меняться в процессе решения задачи.

Правила представляют более долговременную информацию о том, как порож- дать новые факты и гипотезы из имеющихся данных.

Факты в БД обычно пассивны: они либо там есть, либо их там нет. База зна- ний, со своей стороны, активно пытается пополнить недостающую информацию.

Современные базы знаний работают совместно с система- ми [поиска](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) и [извлечения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8) информации [16]. Для этого требуется некоторая мо- дель [классификации понятий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) и определённый формат [представления знаний](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9). Иерархический способ представления в базе знаний набора [понятий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8%D0%B5) и их [отношений](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) называется [онтологией](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)).

Онтологию некоторой области знаний вместе со сведениями о свой- ствах [конкретных объектов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%80_%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) часто называют «базой знаний». Вместе с тем, полно- ценные базы знаний (в отличие от обычной базы данных) содержат в себе не только фактическую информацию, но и [правила вывода](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0), позволяющие де- лать [автоматические умозаключения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC) об уже имеющихся или вновь вводимых фак- тах и тем самым производить [семантическую](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (осмысленную) обработку информа- ции.

Двумя наиболее важными требованиями к информации, хранящейся в базе знаний интеллектуальной системы, являются:

* + - [достоверность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) конкретных и обобщённых сведений, имеющихся в базе дан-

ных;

* + - релевантность информации, получаемой с помощью правил вывода базы

знаний.

Методы построения баз знаний экспертных систем описаны в подразделе 4.2 настоящего учебного пособия.

### Математическое обеспечение ЭС

Математический инструментарий экспертной системы состоит из таких спе- циально разработанных моделей представления знаний, как:

* + - логические модели;
    - продукционные модели;
    - семантические сети;
    - фреймовые модели;
    - нейронные сети.

В качестве математического инструментария экспертной системы могут быть использованы теория нечеткой логики, нейронные сети, генетические алгоритмы.

В рамках прохождения преддипломной практики при формировании шаблона проектирования экспертной системы рекомендуется выбрать один из выше перечис- ленных вариантов для детального представления математического обеспечения.

Например, при выборе теории нечеткой логики для формирования математи- ческого инструментария экспертной системы, необходимо представить формы ре- зультатов разработки алгоритма нечеткого вывода – процесса получения нечетких заключений о требуемом управлении или другом выходном параметре объекта ис- следования на основе нечетких условий или предпосылок, представляющих собой информацию о текущем состоянии объекта [17].

При разработке алгоритма нечеткого вывода экспертной системы рекоменду- ется использовать алгоритм Мамдани.

Он базируется на использовании таких понятий, как нечеткая переменная, лингвистическая переменная, функция принадлежности, термы, нечеткое высказы- вание, правило нечетких продукций, которые охарактеризованы далее.

Нечеткая переменная — это кортеж вида <α, *X*, *Α*>, где α — имя нечеткой пе- ременной; *X* — её область определения; *A* — нечеткое множество на универсуме *X*.

Лингвистическая переменная есть кортеж <β, *T, X, G, M*>, где β — имя линг- вистической переменной; *T* — множество её значений (термов); *X* — универсум не- четких переменных; *G* — синтаксическая процедура образования новых термов;

*M* — семантическая процедура, формирующая нечеткие множества для каждого терма данной лингвистической переменной.

Нечетким высказыванием будем называть высказывание вида «β IS α», где β — лингвистическая переменная; α — один из термов этой переменной.

Правилом нечетких продукций называют классическое правило вида «ЕС- ЛИ… ТО ...», где в качестве условий и заключений будут использоваться нечеткие высказывания. Записываются такие правила в следующем виде - IF (β1 IS α1) AND (β2 IS α2) THEN (β3 IS α3).

Кроме «AND» также используются логическая связка «OR». Но такую запись обычно стараются избегать, разделяя такие правила на несколько более простых (без

«OR»). Также каждое из нечетких высказываний в условии любого правила будем называть подусловием*.* Аналогично, каждое из высказываний в заключении называ- ется подзаключением*.*

Алгоритм Мамдани состоит из следующих этапов:

* + - формирование входных переменных на основе информации об объекте ис- следования и информации о воздействиях окружающей среды;
    - формирование базы правил;
    - фаззификация входных переменных;
    - агрегирование подусловий;
    - активизация подзаключений;
    - аккумулирование заключений;
    - дефаззификация выходных переменных;
    - формирование значений выходных переменных и выработка рекомендаций. Следует отметить, что алгоритм работает по принципу черного ящика. Вход-

ные переменные имеют четкий количественный характер, выходные – аналогично. На промежуточных этапах используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. В этом и состоит основное преимущество использования нечетких си- стем. Можно манипулировать привычными числовыми данными, но при этом ис- пользовать гибкие возможности, которые предоставляют системы нечеткого вывода.

Для построения функций принадлежности, в случае невозможности использо- вания аналитического инструментария в виде треугольных и трапециевидных чисел, используют метод статистического моделирования на основе регрессионного анали- за или метод попарного сравнения экспертных оценок [18].

Для реализации алгоритма Мамдани следует рекомендовать к использованию программное средство MATLAB, модуль Fuzzy Logic Toolbox.

Навык работы с нечеткими множествами, генетическими алгоритмами, а так- же другими методами и моделями представления знаний формируется при изучении дисциплин «Интеллектуальные технологии и представление знаний», «Системный анализ, оптимизация и принятие решений».

# Особенности разработки автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

### Функции и структура АСУ ТП

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) являются сложными системами управления.

Под АСУ ТП обычно понимается целостное решение, обеспечивающее авто- матизацию основных [операций](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) [технологического процесса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81) на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённое изделие [19].

Большинство АСУ ТП представляют собой системы комплексной автоматиза- ции каких-либо процессов, состоящих из ряда подпроцессов со своими локальными системами управления, следовательно, являются иерархическими. Задачи проекти- рования иерархических АСУ ТП во многом зависят от признаков, которые положе- ны в основу при подразделении сложной системы на соответствующие уровни иерархии.

Чаще всего используется организационный признак, который позволяет отоб- ражать фактически существующую субординацию. При этом каждый из уровней можно подразделить еще на ряд подуровней. Так, АСУ ТП первого уровня могут быть подразделены на локальные системы управления отдельными агрегатами и си- стемы комплексного управления технологическими процессами (автоматическими линиями, участками производства и пр.).

В качестве признака часто используется избранный метод управления: регу- лирование, обучение и адаптация, самоорганизация.

На рисунке 10 приведена схема автоматизированного управления технологи- ческим процессом с указанием основных информационных потоков взаимодействия АСУ ТП и технологического процесса.

В представленной схеме выбор оптимального хода технологического процесса обеспечивается АСУ ТП. Обратная связь проявляется в том, что изменения состоя- ния процесса, возникшие в результате управляющих воздействий со стороны АСУ

ТП и внешних случайных воздействий, в виде данных о ходе процесса снова посту- пают в АСУ ТП.

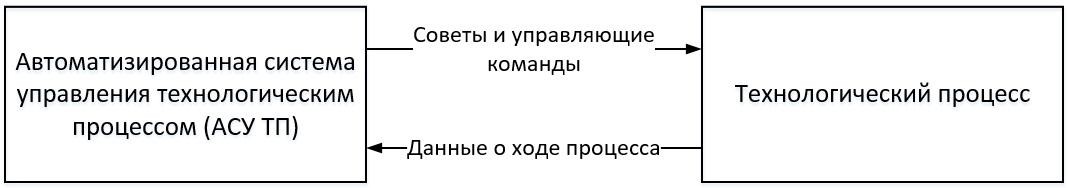


Рисунок 10 – Схема автоматизированного управления технологическим про- цессом

Данные о состоянии производства и аварийные сигналы применяются при оперативном управлении и частично накапливаются для статистических расчетов и анализа. Значительная часть этих данных может собираться в виде отклонений от плана, нормы, задания. Данные оперативного учета используются также при опера- тивном планировании.

Выделяют следующие особенности АСУ ТП, отличающие ее от других видов автоматизированных систем управления [20]:

* + - АСУ ТП непосредственно соприкасается с технологическим процессом. Все остальные АСУ с техпроцессом не соприкасаются и отделены от него одним или не- сколькими уровнями управления;
    - управление технологическим процессом может осуществляться на уровне станка, группы станков, цеха, корпуса, производства предприятия, объединения и даже на уровне отрасли. Соответствующие АСУ ТП могут охватывать различные части технологического процесса;
    - в АСУ ТП связь между системой и организационной структурой не жесткая. Обычно все АСУ жестко связаны с действующей организационной структурой, так как системы, как правило, создаются для обслуживания определенных организаций, а АСУ ТП может охватывать как часть структурного подразделения (например, аг- регат - часть цеха, участка), так и несколько подразделений и даже организаций;
    - возможно создание сложных АСУ ТП, в которых практически имеются не- сколько АСУ ТП, охватывающих друг друга. Например, АСУ ТП агрегатов могут

охватываться АСУ ТП цехом и образовывать новую, более совершенную и сложную АСУ ТП;

* + - в связи с тем, что АСУ ТП могут охватывать разные участки технологиче- ского процесса, они непосредственно подчиняются различным органам управления. Например, АСУ ТП агрегата может подчиняться мастеру цеха, а АСУ ТП предприя- тия - главному технологу или главному инженеру или заместителю директора по производству (в зависимости от распределения функций управления). Таким обра- зом, существует зависимость подчиненности АСУ ТП от размера управляемой части технологического процесса;
    - из всех АСУ в самых коротких циклах работают АСУ ТП;
    - только в АСУ ТП используются замкнутые обратные связи и возможна рабо- та в автоматическом режиме. Все другие АСУ могут работать только в автоматизи- руемых режимах.

На уровне АСУТП решаются следующие технические задачи: соблюдение технологических режимов, правил эксплуатации оборудования и техники безопас- ности. На этой ступени применяют локальные системы стабилизации и регулирова- ния параметров, поисковую автоматику, некоторые элементы вычислительной тех- ники, а также автоматическую сигнализацию, блокировку, регистрацию и т. п.

АСУ ТП должна иметь:

* + - высокую информативность, помогающую оценить техпроцесс, выбрать кри- терии и определить их относительную важность;
    - иметь возможность анализа технологической обстановки, нарушений веде- ния технологического процесса, позволяющую вести технологическую наладку производства;
    - возможность поиска оптимального режима ведения технологического про-

цесса;

* + - высокую точность по измерению технологических параметров и их регули-

рованию;

* + - возможность автоматической дозировки компонентов;
    - возможность качественного поддерживания технологического режима по заданному алгоритму;
    - возможность расширения системы управления;
    - возможность создания на базе АСУ ТП автоматизированных рабочих мест (АРМ) обслуживающего персонала.

К основным функциям АСУ ТП обычно относятся:

* + - автоматическая диспетчеризация параметров технологического оборудова- ния (уровней, давлений, уровней раздела фаз, температур и расходов по технологи- ческим аппаратам);
    - сравнение измеренных значений технологических параметров с заданными значениями и формирование сигналов управления, а также предупредительной и аварийной сигнализации;
    - отображение хода технологического процесса в виде мнемосхем, трендов (графиков изменения параметров во времени), индикаторов; хронометрирования ос- новных технологических параметров, формирование протокола событий и архивных данных;
    - оперативное автоматическое и ручное управление электрозадвижками и ре- гулирующими клапанами с пульта автоматизированного рабочего места (АРМ) опе- ратора-технолога;
    - оперативное автоматическое и ручное управление электрозадвижками и ре- гулирующими клапанами с пульта автоматизированного рабочего места (АРМ) опе- ратора-технолога;
    - имитация объекта управления, различных аварий и отказов, для независимой отладки и обучения обслуживающего персонала.

Система может быть разбить на иерархически связанные между собой уровни также по временному признаку. В этом случае при отнесении элементов к тому или иному уровню в основу кладется интервал времени, через который необходимо вмешательство последующего уровня в процесс управления нижестоящим уровнем для обеспечения нормального функционирования системы. Например:

* + - долговременное распределение ресурсов (месяц);
    - контроль ресурсов (неделя);
    - оптимизация (сутки);
    - проверка выполнения плана (час);
    - диспетчеризация (минута);
    - управление нагрузкой (секунда).

На рисунке 11 выделены функциональные подсистемы АСУ ТП. К ним отно- сят подсистему сбора информации о ходе технологического процесса, подсистему выработки управляющих команд и рекомендаций, а также подсистему вывода управляющих команд и рекомендаций.



Рисунок 11 – Функциональные подсистемы АСУ ТП

### Математическое обеспечение АСУ ТП

К математическому обеспечению АСУ ТП относят:

* + - математические модели объектов управления;
    - методы идентификации математических моделей;
    - методы анализа, синтеза и настройки контуров регулирования;
    - алгоритмы управления и регулирования;
    - методы анализа устойчивости и точности систем;
    - интеллектуальные алгоритмы управления;
    - методы и алгоритмы оптимизации (поиска экстремума) и принятия решений;
    - алгоритмы адаптации параметров системы управления;
    - алгоритмы косвенных измерений;
    - методы прогнозирования случайных последовательностей.

Основной математической задачей, решаемой в рамках АСУ ТП, является за- дача синтеза системы управления. Под этим термином подразумевается определе- ние конфигурации системы и требований, которым она должна удовлетворять, а также определение значений основных параметров системы управления, которые будут удовлетворять предъявляемым к системе требованиям.

Процесс синтеза системы управления состоит из следующих этапов [21]:

* + - определение целей управления;
    - выбор переменных, подлежащих управлению;
    - формулировка требований к выбранным управляющим переменным;
    - выбор конфигурации системы и исполнительного устройства;
    - получение моделей объекта управления, датчиков и исполнительного устройства;
    - выбор регулятора и определение его основных параметров, подлежащих настройке;
    - определение параметров системы управления и анализ качества.

Процедура синтеза системы управления считается законченной, если качество системы удовлетворяет предъявляемым требованиям, в противном случае, следует изменить ее конфигурацию и, возможно, выбрать другое исполнительное устрой- ство.

Требования к качеству замкнутой системы управления должны затрагивать ее основные характеристики, к которым относятся хорошая компенсация возмущений, желаемый вид реакции на задающее входное воздействие, адекватные выходные сигналы исполнительного устройства, малая чувствительность к изменению пара- метров и робастность.

Решение задачи синтеза системы управления базируется на использовании ма- тематических моделей физических объектов, участвующих в процессе управления.

Эти уравнения описывают реакцию объекта управления на внешние возмущения и в общем случае они являются обыкновенными дифференциальными уравнениями. При этом полное описание текущего состояния объекта управления характеризуется значениями набора величин, представляющего вектор состояний. Этот вектор связан с вектором входных и выходных воздействий объекта управления.

Связь между выходными и входными воздействиями объекта описывается в виде передаточных функций. Передаточная функция линейной системы определяет- ся как отношение преобразования Лапласа выходной переменной к преобразованию Лапласа входной переменной при условии, что все начальные условия равны нулю. Передаточная функция системы или элемента однозначно описывает динамическую связь между этими переменными. Преимущество передаточной функции заключа- ется в том, что она позволяет изобразить причинно-следственную связь между пе- ременными в наглядной схематической форме. В теории управления преобладает представление различных динамических систем в структурные схемы. Они состоят из блоков направленного действия, каждому из которых соответствует определенная передаточная функция.

Для получения передаточной функции системы необходимо преобразовать структурную схему системы. Пользуясь определенными правилами преобразования структурных схем можно упрощать структурную схему сложной системы, сводя ее к конфигурации с меньшим числом блоков, чем в исходной системе.

Так как в рамках прохождения преддипломной практики перед студентом сто- ит задача разработки автоматизированной системы управления технологическим процессом, то при формировании его математического описания следует учитывать ряд особенностей.

Как показано в [22], сложный технологический процесс состоит из последова- тельно выполняемых технологических операций, которые проходит сырье (матери- ал, полуфабрикат, полупродукт) в процессе его обработки и преобразования в гото- вую продукцию. Требования и содержание операций технологического процесса описывается в технологических регламентах. С точки зрения математического опи-

сания технологического процесса как объекта управления, характерной особенно- стью моделирования является сложность получения аналитических зависимостей.

Это связано с тем, что в одном технологическом процессе может одновремен- но протекать несколько физико-химических процессов преобразования вещества. И, на основе использования принципов системного моделирования, получаемые в ре- зультате декомпозиции отдельные процессы с одним типом переносимой физиче- ской субстанции могут быть по отдельности описаны математическими уравнения- ми простейших типовых элементов электрических, механических, тепловых, гид- равлических, пневматических систем, то формирование общей адекватной аналити- ческой модели технологического процесса с учетом взаимного влияния отдельных параметров различных подпроцессов друг на друга достаточно трудно.

К тому же следует учитывать, что достаточно большое количество математи- ческих представлений физических и химических закономерностей получается на основе лабораторных исследований с определенной спецификой. В производствен- ных условиях, во-первых, в точности воспроизвести требования и допущения лабо- раторий достаточно сложно, а, во-вторых, следует учитывать наличие в производ- ственных условиях множества случайных помех, постоянно изменяющих текущие значения параметров. В этих условиях наиболее рациональным представляется син- тез моделей простой структуры на основании статистических методов моделирова- ния.

В рамках управления сложными технологическими процессами производства продукции, АСУ ТП, как составляющие нижнего уровня иерархии управления, должны обеспечивать управление технологическими режимами работы отдельных агрегатов. Поэтому основу АСУТП должны составлять регуляторы технологических факторов, обеспечивающие поддержание значений технологических величин рав- ными заданным технологией значениям (уставкам). К АСУТП могут быть отнесены также и реализуемые в виде локальных систем регуляторы, обеспечивающие без- аварийную работу оборудования и компенсацию действующих на него различного рода возмущений.

При разработке шаблона проектирования для АСУ ТП в рамках преддиплом- ной практики, следует учитывать, что обязательной составляющей представления результатов проектирования является функциональная схема автоматизации – ос- новной технический документ, определяющий функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля и регулирования технологического про- цесса и его оснащение приборами и средствами автоматизации.

Разработка функциональной схемы автоматизации технологического процесса должна происходить на основе анализа условий работы основного и вспомогатель- ного технологического оборудования, требований к качеству надежности и регули- рования, а также к точности стабилизации, контроля и регистрации технологических параметров при соблюдении выявленных математических зависимостей и выбран- ных критериев управления. При этом обязательно учитывается вид и характер тех- нологического процесса, агрессивность и токсичность окружающей среды, а также условия пожароопасности и взрывоопасности, выраженные в виде параметров внешней среды.

Дисциплинами, в рамках которых происходит формирование навыка поста- новки и решения задач синтеза автоматизированной системы управления являются дисциплины «Теория автоматического управления», «Математические методы тео- рии автоматического управления», а также «Технические средства управления»,

«Автоматизация технологических процессов и производств», «Технологические процессы автоматизированных производств», «Системное проектирование и реин- жиниринг бизнес-процессов».

# Особенности разработки системы автоматизированного проектирования технологического процесса (САПР ТП)

### Функции и структура САПР ТП

Система автоматизированного проектирования (САПР) технологического процесса – это комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации и коллективом специали- стов (пользователей системы), выполняющий автоматизированное проектирование.

Основные функции САПР – выполнение автоматического проектирования объектов на всех или отдельных этапах [23]. В качестве объекта проектирования САПР в рамках прохождения преддипломной практики следует рассматривать про- дукцию производственно-технического назначения или технологический процесс.

Цель проектирования технологического процесса (цель разработки его описа- ния) – получение для инженерно-технического персонала и рабочих производствен- ных подразделений (цехов, участков) достаточно подробного описания технологи- ческих приемов изготовления изделия, с указанием порядка их выполнения и рас- четными значениями норм расхода материалов, времени, режимов обработки. В описание ТП входят маршрутная карта, операционные карты, операционные эскизы, ведомость оснастки.

Проектные решения, разработанные в рамках САПР ТП, должны быть пред- ставлены в виде перечисленных технологических документов. Результатом процесса проектирования может носить форму окончательного или промежуточного описа- ния объекта проектирования.

Для решения задачи проектирования технологического процесса может быть получено множество допустимых вариантов проектов. Даже для сравнительно про- стых изделий может быть разработано несколько различных ТП, полностью обеспе- чивающих требования рабочего чертежа и технических условий. Сопоставляя вари- анты по критериям экономической эффективности, выбирают один или несколько равноценных вариантов.

На рисунке 12 представлены функциональные подсистемы САПР ТП.

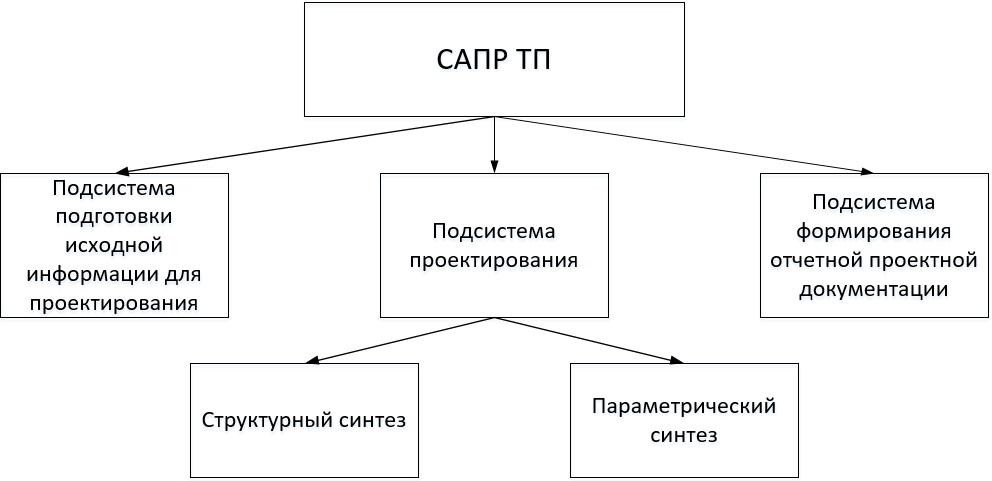


Рисунок 12 – Функциональные подсистемы САПР ТП

Подсистемы САПР по своему назначению могут быть классифицированы на два вида: проектирующие и обслуживающие.

К проектирующим относятся подсистемы, выполняющие проектные процеду- ры и операции, например:

* + - подсистема компоновки машины;
    - подсистема проектирования сборочных единиц;
    - подсистема проектирования деталей;
    - подсистема проектирования схемы управления;
    - подсистема технологического проектирования.

Проектирующие подсистемы САПР ТП представляют собой выделенные по некоторым признакам САПР, обеспечивающие получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов. Деление на подсистемы связа- но с расчленением представлений об объектах проектирования на горизонтальные и вертикальные уровни, что определяется блочно-иерархической структурой объекта.

Указанные уровни порождают подсистемы, называемые проектирующими подси- стемами. В каждой проектирующей подсистеме выполняются проектные операции и процедуры одного или нескольких родственных уровней.

К обслуживающим относятся подсистемы, предназначенные для поддержания работоспособности проектирующих подсистем, например:

* + - подсистема графического отображения объектов проектирования;
    - подсистема документирования;
    - подсистема информационного поиска и др.

В зависимости от отношения к объекту проектирования различают два ви- да проектирующих подсистем:

* + - объектно-ориентированные (объектные);
    - объектно-независимые (инвариантные).

К объектным подсистемам относят подсистемы, выполняющие одну или не- сколько проектных процедур или операций, непосредственно зависимых от кон- кретного объекта проектирования, например:

* + - подсистема проектирования технологических систем;
    - подсистема моделирования динамики, проектируемой конструкции и пр.

К инвариантным подсистемам относят подсистемы, выполняющие унифици- рованные проектные процедуры и операции, например:

* + - подсистема расчетов деталей машин;
    - подсистема расчетов режимов резания;
    - подсистема расчета технико-экономических показателей и пр.

Широкое использование САПР ТП возможно благодаря технологической классификации. В ее основу положены следующие основные признаки:

* + - размерная характеристика;
    - группа материалов;
    - вид деталей по технологическому методу изготовления;
    - вид исходной заготовки;
    - квалитет точности;
    - параметр шероховатости;
    - термическая обработка;
    - толщина покрытия;
    - характеристика массы и пр.

Коды деталей по технологическому классификатору являются исходной ин- формацией, которая используется при конструкторской и технологической подго- товке производства.

В зависимости от условий производства и назначения проектируемого техно- логического процесса применяются различные виды и формы ТП:

* + - единичный ТП;
    - типовой ТП;
    - групповой ТП.

Единичный технологический процесс – это ТП изготовления или ремонта из- делия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа произ- водства. Разработка единичных ТП характерна для оригинальных изделий, не име- ющих общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, ранее из- готовляемыми на предприятии.

Типовой технологический процесс – это ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. Он характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических опера- ций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками: например, технологический процесс изготовления втулок, или технологический процесс изготовления зубчатых колес и т.п.

Групповой технологический процесс – это ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

При разработке шаблона проектирования САПР технологического процесса следует учитывать особенности работы САПР ТП в условиях различных видов про- изводств – единичного и мелкосерийного; среднесерийного; крупносерийного и массового.

Единичное и мелкосерийное производства характеризуются чрезвычайно ши- рокой номенклатурой выпускаемой продукции и очень низким объемом партий (от

10 до 200 изделий). Поэтому для подобных предприятий характерно в качестве ма- териальной базы в основном универсальное обрабатывающее оборудование и высо- кая квалификация рабочего персонала, а также практически непрерывный процесс технологической подготовки производства к выпуску нового изделия.

Объем работ по технологическому проектированию на предприятиях с чис- ленностью работающих 1—2 тысячи человек составляет от нескольких десятков до сотен тысяч технологических процессов в год. Так как технологические службы за- водов не в состоянии полностью проработать такое количество технологических процессов, проектирование зачастую ограничивается маршрутным технологическим процессом, иногда и без технического нормирования. Такие вопросы технологии, как схема базирования заготовки на операции, число переходов, режимы резания и другие решает рабочий, высокая квалификация которого позволяет получить удо- влетворительные результаты, в приемлемые сроки. Эффективность этих решений и, следовательно, производительность сильно зависит от квалификации рабочего, при- чем квалификации не только чисто рабочей, но и технологической.

Помимо проектирования технологических процессов изготовления деталей, сборки узлов и изделий при технологической подготовке производства решают мно- го других проектных задач: определение необходимого количества металла, форми- рование заявок на режущий и измерительный инструмент, укрупненное нормирова- ние трудозатрат на изготовление деталей, узлов, изделий подготовка необходимой технологической документации маршрутных технологических карт, нормировочных карт, ведомостей, заявок и т. д.).

Значимость этих задач в условиях единичного и мелкосерийного производства возрастает, так как вследствие краткости производственного цикла нет возможности своевременно внести коррективы, и предприятие работает по решениям, принятым на стадии проектирования.

Главным требованием к решениям этих задач является не только их обосно- ванность и правильность, но и быстрота. Чем быстрее приняты все проектные реше- ния, тем больше времени остается на собственно подготовку производства.

Основная цель применения систем автоматизированного проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства - резкое сокращение сроков решения задач технологического проектирования.

Рассмотренные выше особенности технологической подготовки влияют на за- дачи САПР ТП. Высокая квалификация рабочих и достаточность технологических решений на уровне маршрутного технологического процесса приводят к тому, что на современном уровне развития методов автоматизированного технологического проектирования целесообразно для условий единичного и мелкосерийного произ- водства разрабатывать САПР ТП на уровне маршрутной технологии.

Быстродействие ЭВМ позволяет в несколько раз сократить время проектиро- вания и подготовки технологической документации, высвобождая технологов для отладки и совершенствования технологических процессов.

Важную роль при выборе метода проектирования для единичного и мелкосе- рийного производства играет уровень унификации выпускаемой продукции. При высоком уровне унификации деталей возможно использовать в САПР ТП более простые алгоритмы на основе технологических процессов, как базовых типовых элементов.

Если же уровень унификации низкий, то есть в номенклатуре выпускаемой продукции преобладают оригинальные детали слабо поддающиеся унификации, в САПР ТП следует использовать более сложные алгоритмы подчас единичных про- цессов.

Среднесерийному производству, в отличие от мелкосерийного, свойственна большая стабильность, подразумевающая выпуск одного и того же изделия в тече- ние нескольких месяцев, а также более высокий объем партий выпускаемых изделий (до 6400 штук). Соответственно, уровень технологии выше и возникают условия для использования переналаживаемых средств автоматизации и специального измери- тельного и режущего инструмента.

Поэтому разработка проектирующих подсистем САПР ТП производств по- добного типа подразумевает более глубокую проработку проектных технологиче- ских решений: должны быть предусмотрены не только подсистемы проектирования

технологических процессов механической обработки, но и подсистемы проектиро- вания технологической оснастки, специального режущего и измерительного ин- струмента и пр.

Результатом работы САПР ТП в этих условиях является операционное описа- ние технологического процесса с полным нормированием, а также формирование комплекта различных ведомостей (необходимого инструмента, оснастки, расхода материала и т. д.).

Методы проектирования также зависят от уровня унификации изделий и в их основу положены либо алгоритмы доработки типовых технологических процессов, либо алгоритмы синтеза единичных технологических процессов.

Ввиду необходимости более глубокой проработки технологии, следует преду- смотреть дополнительные меры по повышению качества автоматического проекти- рования и уменьшению возможных ошибок в принятии решений.

К ним относят сужение области применения системы или дорабатывают алго- ритмы типовых решений до решения задач определения операционных размеров за- готовки или детали, уточнения режимов резания или последовательности переходов в отдельных системах. Для повышения уровня надежности проектных решений в САПР ТП вводят элементы диалога.

Наиболее высокие требования к качеству алгоритмов САПР ТП предъявляют- ся в условиях крупносерийного и массового производства, когда даже незначитель- ное усовершенствование технологического процесса или операции, сопровождаю- щееся повышением производительности, снижением расхода материалов, уменьше- нию себестоимости изделия или улучшению других производственных показателей, дает ощутимый экономический эффект, вследствие большой программы выпуска. В этом случае основой математического обеспечения САПР ТП обычно являются оп- тимизационные модели и методы.

Таким образом, системы автоматизированного проектирования технологиче- ских процессов для условий крупносерийного и массового производства должны представлять собой качественно новый уровень развития САПР ТП. Они должны производить проектирование с гораздо большей степенью свободы в выборе обору-

дования, оснащения и обеспечивать при этом более высокое качество проектных решений.

Основные трудности оптимизации решения сложных технологических задач заключаются в наличии большого количества влияющих факторов и отсутствии точных закономерностей протекания технологических процессов.

### Математическое обеспечение САПР ТП

Математическое обеспечение САПР ТП включает в свой состав:

* математические модели объекта проектирования (технологического процесса или его фрагментов), а также предмета производства (детали, сборочной единицы) в состояниях, соответствующих различным этапам проектируемого технологического процесса;
* формализованное описание принятой технологии автоматизированного про- ектирования.

Другой вариант классификации видов математического обеспечения САПР – по виду задачи проектирования (анализ или синтез проектных решений) представ- лен на рисунке 13.

Математические методы и алгоритмы, положенные в основу вычислительного процесса в системе автоматизированного проектирования технологических процес- сов для задачи анализа проектных решений, состоит из этапов формирования моде- ли и ее исследования (решения).

Для этого должны быть предусмотрены процедуры разработки моделей от- дельных компонентов и формирования из них модели объекта проектирования – в данном случае, технологического процесса.

Модели компонентов обычно разрабатываются вне маршрута проектирования конкретного технологического процесса. Как правило, в помощь разработчику мо- делей в САПР предлагаются методики и вспомогательные средства, например, в ви- де программ анализа для экспериментальной отработки моделей. Созданные модели включаются в библиотеки моделей прикладных программ анализа.

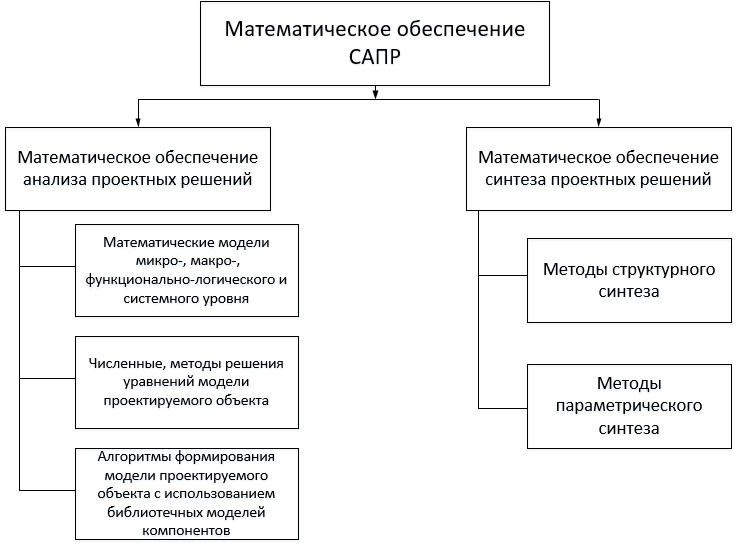


Рисунок 13 – Математическое обеспечение САПР

На маршруте проектирования каждого нового технологического процесса вы- полняется формирование модели системы с использованием библиотечных моделей компонентов.

Эта процедура обычно выполняется автоматически по алгоритмам, включен- ным в заранее разработанные программы анализа. Примеры таких программ имеют- ся в различных приложениях и прежде всего в отраслях общего машиностроения и радиоэлектроники. При применении этих программ пользователь описывает иссле- дуемый объект на входном языке программы анализа не в виде системы уравнений, которая будет получена автоматически, а в виде списка элементов структуры, экви- валентной схемы, эскиза или чертежа конструкции.

Системное представление процесса формирования модели объекта на марш- рутах проектирования представлено на рисунке 14.



Рисунок 14 – Системное представление процесса формирования модели объ- екта на маршрутах проектирования

Синтез представляет собой проектную процедуру, целью которой является со- единение различных элементов, свойств, характеристик объекта в единое целое, си- стему. В результате синтеза создаются проектные решения, обладающие новым ка- чеством относительно своих элементов.

Для того чтобы синтезировать объект, необходимо определить его структуру и параметры элементов. Эти части задачи синтеза называются соответственно струк- турным и параметрическим синтезом.

Задача структурного синтеза — это одна из важнейших задач в проектирова- нии технических систем и процессов. Она решается для всех типов и видов объек- тов, независимо от их отраслевой принадлежности и выполняемых функций. К это- му классу принадлежат и простейший выбор изделия из каталога стандартных ре- шений, и сложнейшие методики синтеза, требующие усилий коллективов высоко- квалифицированных разработчиков. Во многих проектных ситуациях решение зада- чи структурного синтеза исчерпывает объем проектных работ.

Важнейшим условием создания полнофункциональных САПР является фор- мализация задачи структурного синтеза.

Под структурой проектируемого объекта (технической системы, процесса) по- нимают совокупность составляющих его элементов и связей между ними.

В результате решения задачи структурного синтеза должно быть получено описание состава изделия и всех существенных связей между его элементами [24]. В зависимости от вида проектного решения таким описанием может быть простой пе- речень элементов и связей между ними, таблица соединений, матрица инцидентно- сти, граф связей, структурная схема, блок-схема, эскиз, компоновка, чертеж и пр.

Общая постановка задачи синтеза подразумевает, что задана функция объекта (функциональное назначение, закон функционирования), требуется разработать описание объекта (технической системы, процесса), который реализует заданную функцию и удовлетворяет некоторой совокупности ограничений и особых условий.

При рассмотрении задачи синтеза технологического процесса изготовления некоторой детали на этапе постановки задачи сам технологический процесс пред- ставляется в виде модели черного ящика, входами которого служат характеристики заготовки (конфигурация, марка материала, шероховатость поверхностей и пр.), вы- ходами - характеристики готовой детали (геометрия обработанных поверхностей, их взаимное расположение, точность, шероховатость и т. п.). В качестве ограничений выступают такие свойства производственной и технологической систем, как сово- купность видов обработки, состав технологического оборудования, типовые марш- руты и операции. Например, если требуется разработать редуктор по заданным входным моменту и угловой скорости и выходным моменту и угловой скорости, то входами и выходами черного ящика - редуктора - являются моменты и угловые скорости. В зависимости от проектной ситуации ограничениями могут быть требо- вания к количеству ступеней редуктора, к виду зацеплений, расположению осей, га- баритным размерам, массе.

Задача структурного синтеза проектных решений, с точки зрения возможности формализации, относится к числу наиболее сложных. Это связано с тем, что с одной стороны, свойства синтезируемого объекта зависит от большого числа зачастую случайных, противоречивых, но не до конца исследованных, факторов. Эта причина имеет объективный характер. С другой стороны, при решении задачи синтеза часто приходится выбирать вариант из множества очень большой конечной или даже счетной мощности. При проектировании функциональных схем блоков радиоэлек-

тронной аппаратуры существует бесчисленное множество вариантов, различающих- ся количеством элементов, типами элементов, способами их взаимосвязи. Кроме то- го, если задача синтеза поставлена в терминах некоторой формальной системы, то для реализации такого выбора необходимо решить задачу очень высокой размерно- сти. Например, решить задачу дискретной оптимизации на множестве, состоящем из большого числа элементов. При этом могут потребоваться такие вычислительные мощности, которые превосходят возможности современных компьютеров.

Большая размерность задач синтеза технических объектов делает целесооб- разным применение блочно-иерархического подхода, при котором весь процесс синтеза объекта разбивается на совокупность взаимосвязанных иерархических уровней. Это значит, что синтезируется не весь объект в целом, а на каждом иерар- хическом уровне синтезируются определенные подсистемы, уровень детализации которых соответствует принятому способу декомпозиции системы на подсистемы. Такой подход существенно упрощает решение задачи синтеза.

Наиболее популярными методами решения задач структурного синтеза явля- ются комбинаторно-логические методы. В основе этого подхода лежит организо- ванный перебор в массиве решений, которые являются аналогами и прототипами. Структуру класса объектов, имеющих одинаковое функциональное назначение, принято называть обобщенной. Элементы этого класса являются аналогами и прото- типами реализуемого проекта. Обобщенная структура представляет собой «комби- наторное пространство», в котором находятся различные сочетания элементов, об- разующие структуры разрабатываемого технического объекта. В качестве средств описания обобщенных структур используются табличные, алгебраические, логиче- ские и сетевые модели.

К этим методам относятся:

* морфологический синтез;
* синтез на основе сетей Петри;
* синтез по А-деревьям (И-ИЛИ деревьям в искусственном интеллекте и про- граммировании).

В основе этих методов лежат следующие допущения:

* проектируемый объект (техническая система или процесс) имеет структуру;
* проектируемый объект принадлежит к некоторому классу объектов (множе- ство аналогов и прототипов), имеющих одинаковое функциональное назначение;
* множество аналогов и прототипов обладает достаточной мощностью, для то- го, чтобы поиск новых сочетаний в этом комбинаторном пространстве был резуль- тативен;
* составные части объектов класса обладают хорошими комбинаторными спо- собностями.

Метод морфологического синтеза применяется на ранних стадиях проектиро- вания и конструирования; он позволяет найти и систематизировать все возможные способы построения объекта, имеющие данное функциональное назначение. Сред- ством, описывающим обобщенную структуру класса, служат морфологические таб- лицы. Они позволяют получать составы (структуры без связей), структуры с линей- ными связями и регулярные структуры, причем все решения состоят из равного ко- личества элементов.

Параметрический синтез заключается в определении значений параметров элементов при заданной структуре и условиях работоспособности. Если воспользо- ваться геометрическими аналогиями, то задачу параметрического синтеза можно сформулировать как задачу поиска в N-мерном пространстве внутренних парамет- ров такой точки (набора из N значений параметров), для которой либо просто вы- полняются условия работоспособности, либо выполняются наилучшим образом. В первом случае требуется, чтобы решение задачи параметрического синтеза принад- лежало некоторой замкнутой и ограниченной области пространства внутренних па- раметров, для каждой точки которого выполняются условия работоспособности. Во втором случае решение представляет собой точку пространства, наилучшую соглас- но принципу оптимальности, который формализует понятие наилучшего выполне- ния условий работоспособности. Если разработана математическая модель объекта, то по постановке и методам решения, задача параметрического синтеза в первом случае сводится, а во втором случае является задачей оптимизации. Соответственно, при формализации задачи параметрического синтеза технологического процесса и

ее решении необходимо использовать методы статистического моделирования для идентификации требуемых зависимостей и методы теории оптимизации систем для отыскания оптимального варианта ТП. Результате разработки математического обеспечения САПР ТП при разработке шаблона проектирования рекомендуется представить в виде схем применения блочно-иерархического подхода к рассматри- ваемой задаче, результатов применения методов структурного синтеза (морфологи- ческого синтеза, например) математических моделей, подлежащих идентификации, формата исходных данных, необходимых для идентификации моделей, а также блок-схем алгоритмов решения сформулированной задачи параметрического синте- за. Общий алгоритм формирования проектного решения представлен на рисунке 15.

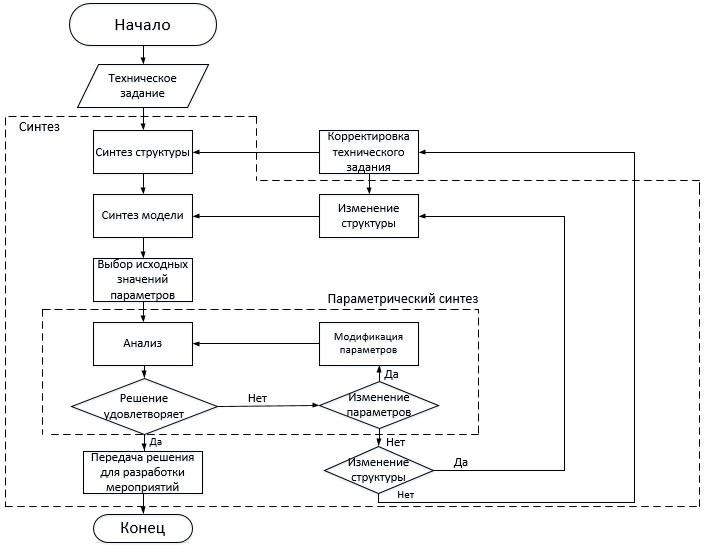


Рисунок 15 – Общий алгоритм формирования проектного решения

Перечень навыков, необходимых при разработке САПР ТП, а также перечень соответствующих дисциплин, непосредственно участвующих в приобретении сту- дентами требуемых навыков, приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Навыки, необходимые при разработке САПР ТП

|  |  |
| --- | --- |
| Необходимый навык | Дисциплины, формирующие навык |
| Концептуальное проектирование САПР ТП | Разработка систем автоматизированного про- ектирования  Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов |
| Постановка и решение задач структурного и параметрического синтеза | Разработка систем автоматизированного про- ектирования  Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов |
| Применение метода морфологического синтеза | Системный анализ, оптимизация и принятие  решений |
| Формализация математических зависимостей | Системный анализ, оптимизация и принятие решений  Моделирование процессов и систем |
| Решение оптимизационных задач | Системный анализ, оптимизация и принятие  решений |

Следует отметить, что при выборе математических моделей и алгоритмов для решения задач в рамках САПР ТП, одним из основных требований является требо- вание экономичности по затратам машинного времени. Это связано со значитель- ным объемом требуемых затрат машинного времени при решении большинства за- дач автоматизированного проектирования, так как используемые модели и методы характеризуются сравнительно большим объемом вычислений, растущим с увели- чением размерности задач.

# Особенности разработки автоматизированной системы управления качеством технологического процесса (АСУ качеством ТП)

### Функции и структура АСУ качеством ТП

Автоматизированная система управления качеством - комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управления каче- ством различных объектов и процессов в рамках деятельности предприятия.

В рамках преддипломной практики в качестве объекта управления рассматри- вается технологический процесс.

Как показано в [25], управление качеством продукции может осуществляться через управление технологией.

Целенаправленно воздействовать на качество продукции можно лишь при условии знания причинно-следственных связей механизма формирования качества, т.е. должно быть известно, как и от каких технологических факторов зависит тот или иной показатель качества.

Сложный технологический процесс представляет собой последовательность технологических операций, которые проходит полупродукт в процессе его обработ- ки и преобразования в готовую продукцию. Для разработки автоматизированных процедур анализа качества и принятия решений по управлению качеством необхо- димо знать, как влияет тот или иной технологический фактор на показатели каче- ства. А это возможно только при условии формализации математических зависимо- стей технологии и качества продукции [22].

На рисунке 16 представлены типовые функциональные подсистемы автомати- зированной системы управления качеством технологического процесса.

Подсистема сбора, структуризации и нормирования технологической инфор- мации выполняет следующие функции:

* сбор измеренных значений технологических факторов и показателей каче- ства. Обычно он выполняется на основе опроса контрольно-измерительных прибо- ров;
* помещение собранных данных в соответствующую базу технологической информации предприятия или его производственных структур;
* структуризация данных и преобразование в соответствии с целями последу- ющего использования в системе: идентификация моделей и технологий, анализ со- стояния качества и технологии, сортировка по качеству, анализ причин дефектов и т.п.



Рисунок 16 – Функциональные подсистемы АСУ качеством технологического процесса

Подсистема анализа качества продукции содержит инструменты для:

* установления зависимостей показателей качества продукции от комбинации технологических факторов – обеспечивают возможность на основе формализован- ных зависимостей выявить и упорядочить причины снижения качества продукции по отдельным показателям и их комбинациям, определить связные области значений технологических факторов, опасные в смысле формирования неудовлетворительно-

го качества и дефектов и, наоборот, гарантирующие получение продукции уникаль- ного в некотором смысле качества;

* анализа причин дефектов;
* формирования заключений о состоянии качества - результаты анализа каче- ства продукции могут оформляться в виде различных заключений о состоянии каче- ства и соответствия его установленному регламенту.

Подсистема выработки управляющих команд и рекомендаций содержит ин- струменты управление технологическим процессом с целью максимально возмож- ного приближения обобщенного качества к оптимальным значениям. При этом воз- можно наложение определенных требований на изменения расхода ресурсов в про- изводственном процессе, связанное с управлением качеством, или использован ком- плексный критерий качества технологического процесса, включающий приближе- ние качества к требуемому уровню и одновременно максимально возможное сниже- ние расхода ресурсов на осуществление процесса.

Подсистема вывода управляющих команд и рекомендаций предназначена для формирования комплекта документации о внесении необходимых корректировок в технологический процесс в соответствии с принятыми регламентами.

### Математическое обеспечение АСУ качеством ТП

В состав математического обеспечения разрабатываемой системы должны входить:

* математические инструменты для проведения ретроспективного анализа ка- чества продукции по массивам проведенных измерений в рамках наблюдения (пас- сивного эксперимента). Позволяют упорядочить продукцию по качеству, выявить тенденцию изменения качества под влиянием входных воздействий, как управляю- щих, так и возмущающих. Результат использования данных моделей в рамках АСУ качеством ТП может быть оформлен в виде отчетов о состоянии качества продукции и соответствия установленному регламенту, а также в виде информационно-

предупредительных сообщений персоналу и специалистам по управлению каче- ством;

* математические инструменты для проведения ретроспективного анализа со- стояния технологического процесса по массивам проведенных измерений техноло- гических параметров в рамках наблюдения (пассивного эксперимента). Технологи- ческие факторы могут быть упорядочены по степени их влияния на показатели ка- чества, нарушения технологического процесса могут быть структурированы. Ре- зультат использования данных моделей в рамках АСУ качеством ТП может быть оформлен в виде отчетов о состоянии технологического процесса и соответствия установленному регламенту, в виде диаграмм Парето, контрольных карт, а также в виде информационно-предупредительных сообщений персоналу и специалистам по управлению качеством;
* математические инструменты для определения зависимостей выходных па- раметров качества от входных технологических параметров. В качестве основы для определения переменных моделей указанного типа рекомендуется использовать си- стемное представление технологического процесса в виде модели черного ящика, приведенной на рисунке 3 с учетом особенностей рассматриваемой предметной об- ласти. При построении математических моделей следует учитывать особенности технологического процесса, как объекта управления, описанные в пятом разделе по- собия, при рассмотрении АСУ ТП, а также результаты использования математиче- ского инструментария для проведения анализа качества и технологического процес- са, перечисленные выше. Здесь рекомендуется выделять зависимости на уровне це- лого вида продукции (определяются на основании множества измерений технологи- ческого процесса и качества и заданных потребителем разрешенных пределов для значений показателей качества) и зависимости на уровне единицы продукции (поз- воляющими по конкретным значениям технологических факторов прогнозировать значения показателей качества продукции). Наличие математического инструмента- рия для реализации таких моделей и их последующее совместное использование позволит гибко управлять технологией производства каждой единицы продукции в пределах ограничений, задаваемых технологией для продукции данного вида;
* математический инструментарий для выработки управляющих воздействий по результатам анализа качества продукции и состояния технологии с учетом целе- вых значений параметров качества для выбранной маркетинговой стратегии и ры- ночной ниши. Результат использования данных моделей в рамках АСУ качеством ТП может быть оформлен в виде документов двух видов. Во-первых – в виде плана качества с перечнем контрольных и испытательных мероприятий, а также контроль- ных показателей по всем работам и видам продукции. В план качества могут также входить технологические карты отдельных сложных процессов и проверочные ли- сты, предписывающие выполнение конкретных шагов процедур или процессов. Во- вторых – в виде документов, содержащих рекомендации по результатам анализа те- кущего состояния технологического процесса и контроля качества. К таким реко- мендациям могут быть отнесены рекомендации по улучшению качества, принятие продукции, идентификация брака и реализация действий по управлению несоответ- ствующей продукцией, переработка продукции с целью дальнейшего представления для контроля и испытаний, корректировка или исправление технологического про- цесса.

Основными навыками, необходимыми для разработки математического обес- печения АСУ качеством ТП являются навыки планирования активных и пассивных экспериментов, а также навыки эффективного использования инструментов аппрок- симации, идентификации моделей, оценка их точности. Эти навыки формируются при изучении дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие решений»,

«Моделирование процессов и систем».

Навыки сбора исходной информации для процесса управления качеством, концептуального проектирования систем управления качеством, применения ин- струментов планирования, обеспечения и контроля качества, а также разработки до- кументации по управлению качеством формируются при изучении дисциплин

«Управление качеством» и «Управление проектами».

Навыки формирования управленческих воздействий для процесса управления качеством формируются при изучении дисциплин «Теория автоматического управ- ления» и «Управление качеством».

# Особенности разработки автоматизированного рабочего места (АРМ)

### Функции и структура АРМ

Автоматизированное рабочее место (АРМ) — комплекс средств вычислитель- ной техники и программного обеспечения, располагающийся, непосредственно на рабочем месте сотрудника и предназначенный для автоматизации его работы в рам- ках специальности и предметной области. АРМ объединяет программные и аппа- ратные средства, обеспечивающие взаимодействие человека с компьютером, предо- ставляет возможность ввода информации (через клавиатуру, компьютерную мышь, сканер и пр.) и ее вывод на экран монитора, принтер, графопостроитель, звуковую систему или иные устройства вывода. Как правило, АРМ может являться частью ав- томатизированных информационных систем более высокого уровня иерархии, например, АСУ ТП.

Автоматизированные рабочие места должны создаваться строго в соответ- ствии с их предполагаемым функциональным назначением.

При проектировании данного типа АИС следует учитывать требования к эф- фективно и полноценно функционирующему автоматизированному рабочему месту:

* своевременное удовлетворение информационных потребности пользователя;
* минимальное время ответа на запросы пользователя;
* адаптация к уровню подготовки пользователя и специфике выполняемых им функций;
* возможность быстрого обучения пользователя основным приемам работы;
* надежность и простота обслуживания;
* дружественный интерфейс;
* возможность работы в составе вычислительной сети.

На рисунке 17 представлены функциональные подсистемы АРМ.

Основой для разработки всех подсистем АРМ является перечень функций или должностных обязанностей, выполняемых оператором АРМ – то есть его потенци-

альным пользователем. Поэтому в качестве источников исходной информации, ис- пользуемых при проектировании АРМ, в первую очередь необходимо использовать документы, определяющие круг его обязанностей, выполняемых на рабочем месте. К таким документам, например, относятся должностные инструкции.

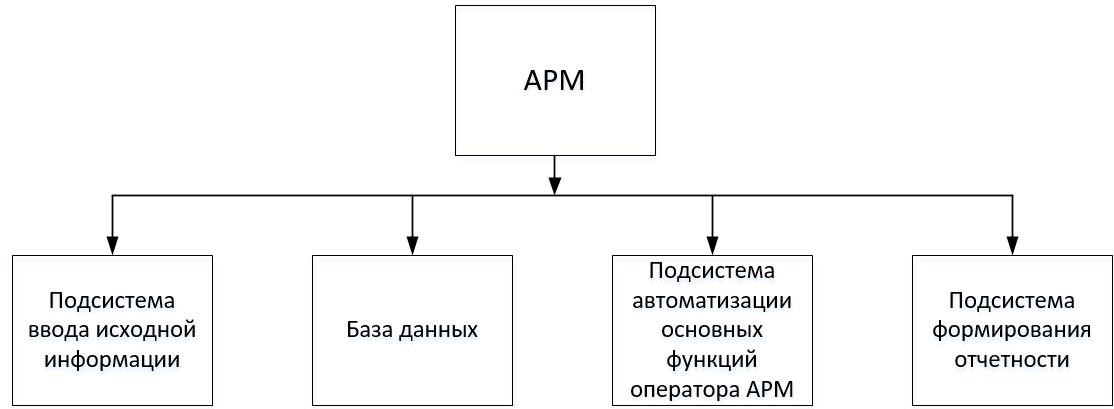


Рисунок 17 – Функциональные подсистемы АРМ

Соответственно, структура как основной подсистемы – подсистемы автомати- зации основных функций АРМ – так и остальных подсистем определяется автомати- зируемыми функциями.

Так, структура подсистемы ввода исходной информации и базы данных напрямую зависят от набора параметров и данных, которые необходимы для реали- зации алгоритмов основной подсистемы АРМ.

Подсистема формирования отчетности должна отвечать двум основным тре- бованиям:

* во-первых, предоставлять пользователю АРМ результаты выполнения алго- ритмов основой подсистемы;
* во-вторых, соответствовать требованиям отчетной документации, принятым в рассматриваемом подразделении, организации, отрасли.

При разработке подсистем АРМ следует иметь ввиду, что все управленческие документы делятся на три группы:

* входные оперативные;
* нормативно-справочные (условно-постоянные);
* результирующие.

Во входных оперативных документах фиксируются факты производственно- хозяйственно-экономического характера. Информация, содержащаяся в подобных документах, зачастую используется в подсистеме ввода исходной информации.

Наиболее объёмной является нормативная документация - та, которая содер- жит, например, материальные и трудовые нормы на изготовление продукции, кон- структорско-технологическая документация, содержащая состав изделий, техноло- гию их изготовления, маршруты изготовления продукции и пр. Справочная доку- ментация может содержать расшифровки кодов материалов, табельных и инвентар- ных номеров. Плановые документы предназначены для фиксации плановых показа- телей выпуска и реализации продукции, её поставок и продаж. Такого рода доку- менты используются при разработке баз данных АРМ или подсистем архивации (при необходимости).

Результирующие документы предназначены для конечного пользователя. Это ведомости, отчёты, таблицы, диаграммы, графики, используемые для формирования отчётности и принятия решений. Они и составляют основу для разработки подси- стемы формирования отчетности.

Отличительными особенностями АРМ на современном этапе являются [26]:

* использование персонального компьютера в качестве универсального устройства децентрализованной обработки и хранения данных;
* возможность работы в рамках локальных, а при необходимости и глобаль- ных компьютерных сетей;
* гибкие адаптационные возможности, позволяющие выполнять настройку АРМ под специфические особенности конкретной организации;
* использование интегрированных пакетов прикладных программ;
* применение дружественного пользовательского интерфейса с развитыми возможностями визуализации данных и результатов обработки, расширение воз- можностей использования в диалоговом режиме терминологии областей деятельно-

сти пользователей, использование эффективной справочной системы по работе с программным обеспечением;

* совместное использование информационных ресурсов (баз данных) с учётом политики разграничения прав доступа, совместная работа многих пользователей над общей задачей;
* возможность загрузки/выгрузки данных на основе широко используемых форматов представления данных;
* усиление поддержки аналитической составляющей в деятельности различ- ных категорий пользователей.

### Математическое обеспечение АРМ

В качестве математического обеспечения АРМ следует рассматривать сово- купность математических методов, моделей и алгоритмов, обеспечивающих обра- ботку данных в рамках АРМ с получением требуемых результатов.

В общем случае, математическое обеспечение включает средства моделирова- ния процессов управления, методы оптимизации исследуемых процессов и принятия решений (методы многокритериальной оптимизации, математического программи- рования, математической статистики, теории массового обслуживания и пр.). Оно служит для разработки алгоритмов решения задач, предусмотренных при автомати- зации функций конечного пользователя АРМ.

Во многом состав математического обеспечения АРМ зависит от положения пользователя в иерархии управления. Так, уровень исполнителей обычно предпола- гает использование АРМ в составе конкретной информационной системы с обеспе- чением возможностей ввода в неё первичных данных, их проверки и структурирова- ния (на основе баз данных), а также решения типовых регулярно возникающих за- дач. АРМ руководителей верхнего уровня (директоров, заместителей, главных спе- циалистов) в значительной степени ориентированы на поддержку решения задач стратегического планирования, поиска финансовых ресурсов, формирования инве-

стиционной политики, организации новых направлений деятельности, предполага- ющих формирование оперативных аналитических отчётов, прогнозирование пове- дения технологических и экономических показателей, проведение многовариантно- го имитационного моделирования.

При разработке математического обеспечения АРМ в рамках разработки шаб- лона проектирования при прохождении преддипломной практики, рекомендуется из перечня функций конечного пользователя АРМ, выбрать две-три функции, требую- щие автоматизированного проведения расчетов. Математические модели и алгорит- мы для проведения этих расчетов и будут представлять математическое обеспечение АРМ.

# Особенности разработки системы автоматизации документо- оборота (САД)

### Функции и структура САД

Автоматизация документооборота (делопроизводства) – процесс комплексно- го перехода с мануального режима с поэтапным контролем разработки, согласова- ния, поиска и распространения системы электронного документооборота (СЭД) в автоматический режим взаимодействия.

Задачами системы электронного документооборота, лежащей в основе систе- мы автоматизации документооборота, являются:

* обеспечение эффективного управления и прозрачности деятельности органи- зации на всех уровнях;
* поддержка системы контроля качества;
* накопление информации, управление данными и регламентирование досту-

па;

* формализация деятельности каждого сотрудника;
* оптимизация бизнес-процессов;
* экономия ресурсов за счет сокращения расходов на управление бумажной

документацией.

Автоматизированные системы документооборота по своему назначению под- разделяют на системы управления документами, управления документооборотом, управления знаниями (в сфере делопроизводства) и инструментальные среды дело- производства [23]. В соответствии с другими критериями классификации системы делопроизводства подразделяют на специализированные и комплексные, локальные и распределенные, фактографические и документографические (полнотекстовые), заказные и тиражируемые.

Системы управления документами предназначены для обеспечения санкцио- нированного доступа к документам. Их типовые функции [23]:

* + ввод документов, в частности, с помощью средств их автоматического рас- познавания;
  + индексирование документов, например, оформление регистрационных кар- точек с полями для атрибутов; возможно атрибутивное индексирование - к атрибу- там относятся автор документа, дата создания и ключевые слова или полнотекстовое индексирование - в индекс заносят весь текст, но без предлогов и окончаний неко- торых слов;
  + хранение документов;
  + поиск нужных данных, который может быть атрибутивным в фактографиче- ских базах данных или полнотекстовым в случае слабоструктурированных докумен- тов;
  + поддержка групповой работы над документами;
  + разграничение прав доступа к документам;
  + контроль и управление версиями документов, регламентирующие внесение в них изменений;
  + сбор и анализ статистических данных по параметрам документов и функцио- нированию системы;
  + подготовка отчетов.

Системы управления документооборотом предназначены для управления де- ловыми процессами прохождения и обработки документов в соответствующих под- разделениях и службах организации. Их типовые функции:

* + регистрация документов при их вхождении в систему;
  + маршрутизация документов, учет их движения (маршрутизация может быть жесткой при фиксированных маршрутах или свободной);
  + управление потоками документов обеспечивает прохождение документов по заданному маршруту с контролем внесения в них резолюций, управление внесением изменений включает систему приоритетов, средства протоколирования изменений;
  + контроль исполнения предписываемых документами действий;
  + защита информации при ее передаче между пунктами распределенной си- стемы;
  + автоматическое уведомление соответствующих лиц о состоянии документов и содержащихся в них директив и рекомендаций;
  + планирование работ, связанных с прохождением документов.

К системам управления знаниями в области делопроизводства относят систе- мы, выполняющие функции, характерные для интеллектуальных систем. Примеры таких функций [23]:

* + классификация документов по тем или иным признакам;
  + взаимное связывание документов, например, с помощью гипертекста;
  + тематический отбор документов;
  + интеграция данных, поступающих из различных источников;
  + аналитическая обработка данных;
  + моделирование деловых процессов.

Кроме перечня решаемых задач, выделяют следующие свойства и характери- стики систем делопроизводства:

* + открытость, программные интерфейсы и форматы данных для обмена с дру- гими информационными системами;
  + мобильность для инсталляции на ведущих платформах;
  + модульное построение, что обеспечивает масштабируемость - возможность эволюционного развития, адаптируемость, возможность внедрения на предприятиях по частям.

В рамках разработки шаблона проектирования системы автоматизации доку- ментооборота при прохождении преддипломной практики рекомендуется в качестве типовой структуры САД рассматривать подсистемы, представленные на рисунке 18.

К ним относятся:

* + базы данных;
  + подсистема управления документооборотом;
  + подсистема управления знаниями;
  + подсистема формирования отчетов.

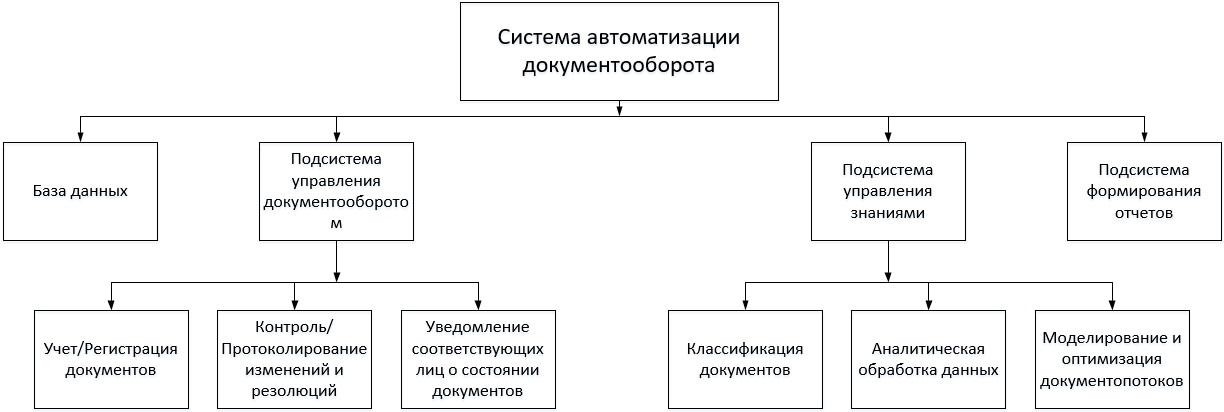


Рисунок 18 – Функциональные подсистемы САД

Система автоматизации документооборота проектируется исходя из вышена- званных условий, размера организации, характера и специфики её деятельности, квалификации кадров, финансовых возможностей, набора подсистем (модулей), имеющих различную функциональную и технологическую наполненность, постро- енных с помощью разных программных продуктов, созданных одним или несколь- кими производителями.

В настоящее время выделяют три основных типа технологий при разработке системы автоматизации документооборота:

* + WorkFlow;
  + DMS (Document Management System);
  + Groupware.

Первая концепция рассматривает весь комплекс задач автоматизации бизнеса как совокупность бизнес-процессов. Инструменты, предоставляемые WorkFlow- системой, обеспечивают формирование описаний процессов, данных, а также со- держат средства описания электронных форм для обработки этих данных. Техноло- гия WorkFlow подразумевает чёткое исполнение процесса согласно его описанию. Сервисы системы поддерживают реализацию бизнес-процессов, формирование и подготовку очередей заданий к обработке, автоматически обеспечивают нужную ак- тивность стадий процесса, контроль своевременности исполнения этапов процесса и различные способы реакции на возникающие проблемы.

DMS (Document Management System) - вначале обеспечивали несложные функции хранения файлов документов (или электронных архивов документов) со следующим набором функций:

* + хранение и доступ к файлам;
  + быстрый просмотр документов;
  + разграничение прав доступа;
  + ведение протокола доступа и контроль;
  + отслеживание истории обработки документов;
  + управление версиями.

Со временем были добавлены такие функции, как ведение картотеки докумен- тов и инструменты быстрой разработки электронных форм; поддержка справочни- ков с информацией для заполнения карточек; описание процесса обработки доку- ментов (фиксированных маршрутов); навигация и организация представления учёт- ной информации о документах; свободная маршрутизация документов и поддержка персональных очередей пользователей; описание [жизненного цикла](http://www.tadviser.ru/index.php/PLM) обработки до- кумента; управление маршрутизацией и средствами мониторинга процессов. Нали- чие подобных средств управления процессами контроля, движения и обработки до- кументов делает систему применимой не только для ведения архива документов, но и для обработки слабоструктурированных данных.

В рамках технологии Groupware доступны возможности, как:

* + создание баз данных группового доступа, в которых может храниться разно- родная структурированная и неструктурированная (слабоструктурированная) ин- формация;
  + унифицированное клиентское рабочее место, обеспечивающее навигацию по всем приложениям, созданным в рамках системы;
  + встроенные средства разработки электронных форм, обеспечивающих доступ к информации в базах данных системы;
  + средства организации представлений (View), позволяющие создавать раз- личные визуальные представления данных, хранящихся в БД, в зависимости от кон- кретных потребностей пользователей;
  + встроенные возможности маршрутизации электронных форм, интеграция с электронной почтой и средствами группового планирования;
  + широкие возможности управления гиперссылками и их использования в приложениях.

Наличие в общей информационной среде организации комплексной системы автоматизации документооборота, объединяющей функции Workflow, DMS и Groupware, позволяет повысить прозрачность процессов, оптимизировать структуру организации, качество принятия решений и гибкость управления, скорость процес- сов формирования и обработки документов, качество услуг и производительность труда персонала.

Экономичность документооборота не всегда связана с его сокращением. По- вышение экономичности документооборота и удобства для менеджеров следует рассматривать во взаимосвязи с повышением качественного содержания информа- ции. Цель оптимизации (проектирования) документооборота — приведение его в соответствие с потребностями управления с одновременным снижением затрат на его ведение. Укрупнено процедура оптимизации (проектирования) документооборо- та включает следующие пять шагов.

Оптимизация документооборота включает два крупных направления [27]:

* + повышение качественного содержания информации: привязка к центрам от- ветственности; оптимальный набор и содержание показателей; высокое качество норм и нормативов; наличие информации об отклонениях;
  + повышение экономичности документооборота и удобства для персонала: ликвидация дублирования информации, оптимизация маршрутов движения; совме- щение первичного учета и оперативного управления; приведение названий докумен- тов в соответствие с содержанием.

Потеря части информации может привести к отрицательному эффекту в целом для предприятия.

Рассмотрим вариант сокращения документооборота при условии сохранения его информационной емкости. Итак, цель оптимизации (проектирования) докумен-

тооборота — приведение его в соответствие с потребностями управления с одно- временным снижением затрат на его ведение.

Укрупнено процедура оптимизации (проектирования) документооборота включает следующие шаги:

* + предпроектное обследование или описание предприятия – выявляются по- требности в информации для принятия управленческих решений. Проводится на ос- нове анализа бизнес-процессов предприятия или подразделения и изучения функ- ций, заложенных в должностных инструкциях персонала. Должны быть описаны также типы решений, принимаемых на разных уровнях управления;
  + детальное описание существующего документооборота. Должны быть опре- делены центры создания (преобразования, использования) информации и их учет- ные точки (субъекты взаимоотношений в ходе обмена информацией), описаны типы документов и определены характеристики существующих документопотоков;
  + анализ качественного содержания информации;
  + оптимизация документооборота;
  + создание стандартов (инструкций).

Технология разработки системы автоматизации документооборота включает следующие этапы:

* + построение схем учетных точек основного производства, вспомогательных производств, функциональных служб;
  + построение схем их взаимосвязей;
  + сбор заполненных форм документов и отчетов в разрезе учетных точек;
  + их систематизация в альбомы;
  + описание сроков представления, направления движения документов и форм отчетности (в какие сроки, кому и от кого передается документ);
  + построение тематических и сводных схем документооборота;
  + проведение логического и реквизитного анализа документов;
  + анализа пути прохождения документов в процессе их создания, согласования и утверждения;
  + выработка предложений по внесению изменений в существующую схему до- кументов и отчетности в связи с предложениями по изменению других параметров управленческого учета (учет по отклонениям, центрам ответственности и др.);
  + разработка предложений по устранению дублирования информации;
  + разработка предложений по унификации документов;
  + разработка предложений по рационализации движения документов и отчет- ности;
  + разработка проекта оптимизированной сводной схемы документооборота и внутренней отчетности;
  + разработка и внедрение стандартов документооборота и формирования внут- ренней отчетности.

В ходе информационного обследования исследуются и описываются суще- ствующие бизнес-процессы («as is» - «как есть»). В результате анализа собранных данных предлагаются оптимизированные бизнес-процессы («to be» - «как должно быть»), формулируются функциональные требования к СЭД.

Целями информационного обследования являются:

* + изучение и точное описание бизнес-процессов, подлежащих автоматизации; разработка рекомендаций по оптимизации документопотоков и организации доку- ментооборота и делопроизводства;
  + определение и описание модификаций системы, интерфейсов, в том числе интерфейсов с внешними системами и средств переноса данных из существующих программ, которые должны быть разработаны и внедрены в ходе проекта;
  + разработка технического задания.

С целью получения необходимой информации проводится анкетирование и интервьюирование основных пользователей (руководителей заинтересованных под- разделений и сотрудников, которые непосредственно должны будут работать в но- вой СЭД). В процессе работы рекомендуется:

* + составить список существующих видов документов в организации и сделать обследование каждого вида документа: описать технологию документирования (со- вокупность реквизитов, при необходимости, их расположение, последовательность

и особенности оформления); показать условия движения документов (наличие под- писей, виз, проверки и др.), схему движения документов (маршрут) или перечень основных визирующих, подписывающих и т.д.; описать способ регистрации (фор- мат регистрационных номеров);

* + составить список сотрудников, ответственных за создание документов (кто/какое подразделение и какие виды документов создает);
  + составить список сотрудников, визирующих, подписывающих, утверждаю- щих документы (кто какие виды документов визирует/подписывает; условия, при которых необходима виза или подпись);
  + составить список регистраторов документов;
  + определить, какие виды документов необходимо ставить на контроль (опре- делить контролеров, условия постановки на контроль, условия снятия с контроля и другую необходимую информацию);
  + составить список других ответственных за процесс обработки.

На основе перечисленной выше информации должны быть выполнены следу- ющие действия:

* + составлен алгоритм движения документов (оперограмма);
  + определены необходимые отчетные документы (условия создания отчетов и их формы);
  + составлена номенклатура дел с указанием сроков хранения и принципов формирования дел (при необходимости);
  + составлен список документов с указанием условий предоставления доступа к ним (например, в зависимости от должности).

На основании перечисленной выше информации разрабатываются функцио- нальные требования к СЭД или техническое задание на ее разработку. В частности, аналитик должен составить требования к формату и составу регистрационно- контрольных карточек (набор и расположение полей в карточке, способы заполне- ния в СЭД и др.), маршрутам движения документов и другие требования, необходи- мые для настройки и разработки СЭД.

При проведении работ должно соблюдаться обязательное условие: описание документов необходимо представлять в единообразной форме по всем подразделе- ниям организации.

Для выработки решения о сокращении записей рекомендуется проводить рек- визитный анализ в табличной или графической форме. Он формально показывает дублирование показателей в документах. Анализ локальных схем, дополненный вы- яснением конкретного назначения документа, сводки или записи в учетном регистре (на уровне отдельного управленческого решения) помогут выявить дублирование документов или реквизитов по существу. В результате принимается решение о со- кращении или преобразовании документов с учетом технической оснащенности це- хов и возможностей автоматизации.

Следует руководствоваться следующими рекомендациями:

* + при оптимизации документооборота следует привести названия документов в соответствие с их содержанием. На первый взгляд незначительная процедура сни- мает много проблем при смене менеджеров подразделений и для организации внут- реннего аудита со стороны внешних к проверяемому цеху подразделений;
  + наглядное представление об излишних функциях дают функциограммы, они также способствуют преобразованиям;
  + завершает работы по проектированию создание стандартов документооборо- та и формирование внутренней отчетности. По каждой теме (или документу) разра- батываются формы отчетности (документа); инструкции по заполнению формы (це- левое использование с учетом уровня управления, порядок заполнения реквизитов и (или) показателей: в какую графу и/или строку, какое значение показателя); разраба- тывается регламент (кто, куда, кому и в какие сроки передает форму отчетности (документа); устанавливается ответственность за нарушение регламента;
  + при оптимизации документооборота следует учитывать, что изменения, вво- димые на одном участке работы, могут вызвать затруднения на другом; иногда упрощение работы может привести к ослаблению контроля; перераспределение функций работников может повлечь за собой ухудшение качества работы.

Целесообразность и логика осуществления всех видов работ оцениваются с точки зрения того, как они способствуют оптимизации информационного обеспече- ния управленческих решений, оперативности и точности их выполнения.

В рамках разработки шаблона проектирования системы автоматизации доку- ментооборота следует учитывать, что на сегодняшний день выделяют четыре уровня автоматизации систем электронного документооборота:

* + хаотичная автоматизация - предполагается установка отдельных модулей СЭД по мере возможности, определяется оперативными задачами и представляет собой автоматизацию не связанных между собой операций, выполняемых как од- ним, так и несколькими сотрудниками, что приводит к наличию неавтоматизиро- ванных участков документооборота. Принятие решения об автоматизации обычно не отражается в стратегических планах компании;
  + автоматизация по участкам - представляет собой процесс автоматизации до- кументооборота отдельных производственных или управленческих подразделений предприятия, объединенных по функциональному признаку (например, производ- ственный отдел, конструкторское бюро). Автоматизация по участкам подразумевает выбор одного или нескольких участков работ, то есть задач, решаемых одним или несколькими сотрудниками того или иного отдела без привязки к существующим на предприятии бизнес-процессам. Применяется в случае недостаточности бюджета для решения задачи автоматизации документооборота в полном объеме; если суще- ствуют участки, где применение СЭД дает значительный экономический эффект, например, за счет сокращения персонала; если технология работы или иные условия не позволяют обходиться без использования автоматизированных систем докумен- тооборота. Чтобы автоматизация по участкам была эффективна, необходима разра- ботка стратегических и оперативных планов автоматизации документооборота;
  + автоматизация документооборота по направлениям деятельности - таким, как управление, производство, сбыт, управление финансами и прочее. В отличие от ав- томатизации по участкам, автоматизация по направлениям деятельности предпола- гает участие в этом процессе всех организационных подразделений, функциониро- вание которых связано с автоматизируемым направлением. Обычно любое направ-

ление деятельности охватывает практически все подразделения предприятия, по- этому подход, связанный с автоматизацией по направлениям, в принципе нельзя рассматривать как локальный. Автоматизация по направлениям включает в себя вы- бор для автоматизации одного или нескольких бизнес-процессов от их начала до их конца, при этом требуется проведения реинжиниринга бизнес-процессов и создания модели документооборота всего предприятия. Для повышения эффективности про- цесса автоматизации документооборота по направлениям деятельности также необ- ходимы стратегический и тактический планы автоматизации. Планы должны пере- сматриваться после окончания автоматизации документооборота какого-либо биз- нес процесса и оценки полученных результатов;

* + комплексная автоматизация документооборота - предполагает распростране- ние СЭД на все функции управления и все бизнес-процессы предприятия за счёт си- стемной интеграции при внедрении. Практическим результатом перехода к единой системе документооборота становится общий для всего предприятия стандарт на способы взаимодействия пользователей с системой (использование одних и тех же процедур обработки документов, требуемых для подготовки различных управленче- ских решений). Можно отменить следующие особенности комплексного подхода к автоматизации документооборота предприятием: повышенная экономическая эф- фективность этого подхода по сравнению с другими (по участкам и по направлени- ям); высокие требования к качеству управления процессом внедрения системы. Вы- бор одной или комбинации из стратегий автоматизации документооборота опреде- ляется результатом анализа текущего и планируемого состояния предприятия на определённый период. При этом конкретизируется набор функций системы автома- тизации документооборота, который будет содержать выбранное решение, для удо- влетворения потребностей предприятия. Набор функций позволяет перейти к выбо- ру способа приобретения СЭД.

Навыки моделирования бизнес-процессов предприятия формируются при освоении дисциплин «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Мо- делирование процессов и систем», «Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов».

### Математическое обеспечение САД

Помимо инструментов моделирования бизнес-процессов компании, система автоматизации документооборота должна располагать реальные инструменты для постоянной оценки, модификации и улучшения качества бизнес-процессов, средства [маршрутизации](http://www.tadviser.ru/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F&amp;action=edit&amp;redlink=1) документов и других объектов, интеграции с другими продуктами корпоративных информационных систем. Поэтому в состав математического обес- печения САД должны входить:

* + математическая модель для формализованного представления документо- оборота;
  + алгоритмы расчета ключевых показателей результативности KPI, которые могут быть использованы для оценки эффективности как существующей системы документооборота, так и для автоматизированной.

В качестве математического аппарата для формализованного представления систем документооборота может быть использован, например, детерминированный конечный автомат [28].

При разработке математического описания модели представления документо- оборота в рамках прохождения преддипломной практики, рекомендуется проведе- ние декомпозиции процесса документооборота до совокупности элементов и их от- ношений между собой. Эти элементы следует разделить на три категории: участни- ки (сотрудники организации), состояния документов и действия участников.

Таким образом, формально процесс документооборота может быть представ- лен в виде трех конечных множеств и связей элементов этих множеств между собой. Математическая модель этого процесса может быть представлена в виде тройки

*ДТ* ={*У, Д, Ф},*

где *ДТ* – формальная модель документооборота;

*У* – множество участников;

*Д* – множество действий;

*Ф* – множество состояний документов.

Множество *У* определяется как конечное множество ролей, которые могут быть назначены фактическим участникам документооборота. *Д* определяется как конечное множество действий, выполнение которых допустимо в пределах рассмат- риваемой системы документооборота. *Ф* – конечное множество состояний, которые могут принимать документы после произведения действий из множе- ства *Д* участником из множества *У*.

Данная модель необходима для определения масштабности системы автомати- зации документооборота и ее интеграции в общую систему организации. Для созда- ния модели устанавливается взаимосвязь между необходимостью внедрения систе- мы электронного документооборота и ее будущими пользователями.

Для получения множества участников У используются данные, полученные на этапе анализа системы документооборота [9]. На этом этапе выявляются характер- ные повторяющиеся участки, свойственные для установившихся ролей. Для этой общности строится список ролей. На основании списка ролей определяются ключе- вые участники, которые могут быть назначены для выполнения описанных ролей.

Критерием успешности проведенной декомпозиции являются полнота и невы- рожденность множества *У*. То есть декомпозиция может быть проведена с избыточ- ностью таким образом, чтобы одному физическому участнику соответствовало не- сколько ролей. Допустима ситуация, в которой одному и тому же действию в реаль- ной жизни может соответствовать несколько действий формализованных ролевых персон. В то же время недопустимо вырождение множества *У*, то есть ситуация, в которой физическому участнику не установлено никакой роли.

Множество состояний *Ф* получается путем составления конечного списка со- стояний, допустимых для документов, обращающихся в данном документообороте. По сути происходит дискретизация жизненного цикла документа. Документ, кото- рый изменяется и движется в реальном времени, представляется в виде совокупно- сти дискретных состояний. Каждое такое состояние может быть формализовано - представлено в виде конечного количества полей и реквизитов документа.

Состояния являются дискретными, конечными и описываемыми. Множество действий Д получается путем декомпозиции действий, производимых в реальной системе документооборота, на конечную совокупность элементарных действий. Каждое такое действие влечет за собой изменение состояния одного или нескольких документов из множества *Ф*. Возможен случай, когда в результате действия проис- ходит изменение состояния само на себя. В таких случаях говорят о цикличности процесса. Несмотря на то, что цикличная организация весьма опасна с точки зрения окончания процесса, этот способ очень широко присутствует в реальных системах документооборота, так как позволяет прозрачно организовать бесконечные проце- дуры, имеющие выход по заданному критерию.

Во множестве *Ф* представлены некоторые состояния, которые имеют специ- альные свойства, определяющие эти состояния как конечные. Состояния, обладаю- щие таким свойством, будем называть конечными состояниями. По достижении ко- нечного состояния, процесс, которые реализует переход в данное состояние, счита- ется окончившимся. Кроме конечных состояний, существуют еще и начальные, ко- торые могут быть как некоторым состоянием из множества *Ф*, так и пустым состоя- нием.

Маршрут движения документа – последовательность действий, которые про- исходят в рамках процесса документооборота при достижении документов конечно- го состояния из начального.

Таким образом, функциональная модель документооборота может быть пред- ставлена в виде совокупности начальных состояний, связанных с конечными состо- яниями маршрутами движения. Это может быть наглядно отображено в виде детер- минированного или недетерминированного конечного автомата.

Вне зависимости от прикладной области и способа реализации, входные дан- ные, которыми оперируют системы документооборота – информация, которая по- ступает в систему – некоторый начальный набор состояний, возникновение которых указывает на начало работы системы.

Окончательные результаты – данные, которые получаются в результате обра- ботки системой входных данных – набор состояний, при достижении которых си- стема принимает решение об окончании работы.

Промежуточные результаты – результаты переработки исходных данных, ко- торые используются при получении окончательных результатов, но сами из системы не выдаются. По сути, промежуточный результат – набор состояний, которые входят в общее множество состояний, но не являются ни начальными, ни конечными со- стояниями. Все эти состояния имеют одну значимую общность – исходные данные.

Окончательные и промежуточные результаты могут быть описаны в форме слов в алфавите системы.

При рассмотрении функциональной модели документооборота можно гово- рить об исходных данных, промежуточных и окончательных результатах как об элементах информационного потока. Следует иметь ввиду, что эти элементы могут быть перенумерованы. Общая совокупность всех элементов информационного по- тока составляет информационный базис системы.

Информационный базис не зависит от программ переработки информации, а определяется, в основном, внешними функциями системы. Между элементами по- тока существуют отношение вхождения и отношение порядка.

Таким образом, возможно представить моделируемый документооборот в ви- де последовательности дискретных событий. Общая совокупность этих событий со- стоит из конечного множества состояний. Состояниям могут быть присвоены при- знаки начальных, конечных или промежуточных результатов. Изменение состояний имеет детерминированную последовательность, которая может быть представлена в виде набора функций перехода.

При формировании перечня ключевых показателей результативности (KPI) в рамках разработки шаблона проектирования системы автоматизации документообо- рота следует учитывать следующие особенности рассматриваемой предметной об- ласти:

* + в основном, нефинансовый характер показателей;
  + соблюдение значений показателей контролируется постоянно и/или часто;

ции;

* показатели находятся на уровне зон ответственности руководства организа-
* показатели должны быть понятны всем сотрудникам организации;
* показатели предполагают ответственность конкретного лица (управляющего

документами) и ответственных за управление документами/делопроизводство на всех уровнях управления организацией;

* + показатели оказывают значительное воздействие на всю деятельность орга- низации, на «критические факторы успеха»;
  + показатели оказывают положительное воздействие на другие показатели оценки деятельности.

В качестве результатов разработки математического обеспечения при оформ- лении шаблона проектирования системы автоматизации документооборота могут быть представлены блок-схемы алгоритмов решения задачи оптимизации докумен- тооборота, а также блок-схемы алгоритмов расчета выбранных ключевых показате- лей результативности.

# Список использованных источников

1. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления: СТО 02069024.101 – 2015. – Введ. 2016 – 02 – 08. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 85 с.
2. Гвоздева, В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. – Москва: ИНФРА-М, 2009. – 320 с.
3. Черемных, С.В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии / С.В. Черем- ных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 176 с.
4. Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования / Д. Марка, К. Макгоуэн. – Москва: МетаТехнология, 1993. – 240 с.
5. Ларман, К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку / К. Ларман. – Москва: Вильямс, 2013. – 736 с.
6. Коберн, А. Современные методы описания функциональных требований к системам / А. Коберн. - Москва: Издательство «Лори», 2002. – 263 с.
7. Меняев, М.Ф. Информационные технологии управления: учебное пособие / М.Ф. Меняев. В 3 кн.: Книга 3: Системы управления организацией. – М.: Омега-Л, 2003. – 464 с.
8. Мацяшек, Л. А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML / Л.А. Мацяшек. - Москва: Виль- ямс, 2002. - 432 с.
9. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения: ГОСТ 19.701 – 90.

– Введ. 1992 – 01 -1. - Москва: СтандартИнформ, 2010. – 21 с.

1. Мельников, В. П. Информационное обеспечение систем управления: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Автоматизированные технологии и производства» / В. П. Мельников. - Москва : Академия, 2010. - 336 с.
2. Купер, А. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. – Пер. с англ. – СПб.: СимволПлюс, 2009. – 688 с.
3. Ларичев, О.И. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития / О.И. Ларичев, А.Б. Петровский // Итоги науки и техники. Техническая кибернетика, т. 21. – Москва: ВИНИТИ, 1987 г. – с.131 – 164.
4. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – Москва: Высшая школа, 2005 г. – 544 с.
5. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирования / Д. Джарратано, Г. Райли. – Москва: Вильямс, 2006. – 1152 с.
6. Джексон, П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – Москва: Вильямс, 2001. – 624 с.
7. Лекция 3: Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.intuit.ru/studies/courses/651/507/lecture/11533>- Загл. с экрана.
8. Нечеткая логика — математические основы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://basegroup.ru/community/articles/fuzzylogic-math> - Загл. с экрана.
9. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB/ С.Д. Штовба — М.: Горячая линия Телеком, 2007. - 288 с.
10. Нестеров, А.Л. Проектирование АСУ ТП: методическое пособие / А.Л. Нестеров. – Москва: ДЕАН, 2009. – 944 с.
11. Федоров, Ю.Н. Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП

/ Ю.Н. Федоров. – Москва: ИНФРА-Инженерия, 2011, - 576 с.

1. Шумилина, Н.А. Синтез систем автоматического управления [Текст]: ме- тод. указания / Н. А. Шумилина, В. В. Тугов, Т. В. Гаибова. - Оренбург: ГОУ ОГУ. - 2006. - 30 с.
2. Кузнецов, Л.А. Технологический процесс, как объект управления в системе производственного менеджмента / Л.А. Кузнецов // ИнВестРегион, 2010. - №1. – с.25 – 30.
3. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования [Текст]: учеб. для вузов / И.П. Норенков.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с.
4. Божко, А.Н. Структурный синтез на элементах с ограниченной сочетаемо- стью [Электронный ресурс] / А.Н. Божко, А.Ч. Толпаров. – Режим доступа:<http://www.metodolog.ru/00562/00562.html>. – Загл. с экрана.
5. Ребрин, Ю.И. Управление качеством: учебное пособие / Ю.И. Ребрин. - Та- ганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. - 174с.
6. Информационные технологии в экономике: курс лекций. – ИНТУИТ. - Лекция 7. Технология баз информации. Информационное обеспечение процессов управления в экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://www.intuit.ru/studies/courses/3735/977/lecture/14681>.
7. СЭД. Методика внедрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.tadviser.ru/>- Загл. с экрана.
8. Свиридова, О.В. Программная реализация математической модели доку- ментооборота / О.В. Свиридова // Современная техника и технология. – электрон- ный научно-практический журнал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://technology.snauka.ru/2013/10/2358>.

# Приложение А

***(обязательное)***

### Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников в соответствии с профессиональными стандартами

Таблица А.1 – Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников направления 27.03.03

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Профессиональный  стандарт | Обобщенные трудовые  функции (с кодами) | Трудовые функции (с кодами) |
| Системный аналитик УТВЕРЖДЕН от «28»  октября 2014 г. № 809н | Концептуальное, функ- циональное и логиче- ское проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности (С) | Планирование разработки или восстановле-  ния требований к системе (C/01.6) |
| Анализ проблемной ситуации заинтересо-  ванных лиц (C/02.6) |
| Разработка бизнес-требований заинтересо-  ванных лиц (C/03.6) |
| Постановка целей создания системы  (С/04.6) |
| Разработка концепции системы (С/05.6) |
| Разработка технического задания на систе-  му (С/06.6) |
| Организация оценки соответствия требова-  ниям существующих систем и их аналогов (С/07.6) |
| Представление концепции, технического задания на систему и изменений в них заин-  тересованным лицам (С/08.6) |
| Организация согласования требований к си-  стеме (С/09.6) |
| Разработка шаблонов документов требова-  ний (С/10.6) |
| Постановка задачи на разработку требова-  ний к подсистемам и контроль их качества (С/11.6) |
| Сопровождение приемочных испытаний и  ввода в эксплуатацию системы (С/12.6) |
| Обработка запросов на изменение требова-  ний к системе (С/13.6) |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Профессиональный  стандарт | Обобщенные трудовые  функции (с кодами) | Трудовые функции (с кодами) |
| Программист УТВЕРЖДЕН от «18»  ноября 2013 г. № 679н; | Разработка требований и проектирование про- граммного обеспечения (D) | Анализ требований к программному обес-  печению (D/01.6) |
| Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодей-  ствие (D/02.6) |
| Проектирование программного обеспечения  (D/03.6) |
| Специалист по органи- зации и управлению научно- исследовательскими и опытно- конструкторскими ра- ботами  УТВЕРЖДЕН от «11»  февраля 2014 г. № 86н | Организация выполне- ния научно-  исследовательских ра- бот по закрепленной тематике (А) | Разработка и организация выполнения ме-  роприятий по тематическому плану (A/01.6) |
| Управление разработкой технической доку-  ментации проектных работ (A/02.6) |
| Осуществление работ по планированию ре- сурсного обеспечения проведения научно-  исследовательских и опытно- конструкторских работ (A/03.6) |
| Организация проведе- ния работ по выполне- нию научно- исследовательских и опытно- конструкторских работ (В) | Организация выполнения научно- исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом  сектора (лаборатории) (B/01.6) |
| Управление ресурсами соответствующего  структурного подразделения организации (B/02.6) |
| Организация анализа и оптимизации про- цессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и опытно-  конструкторских работ (B/03.6) |
| Специалист по инфор- мационным системам УТВЕРЖДЕН от «18»  ноября 2014 г. № 896н; | Выполнение работ и управление работами по созданию (модифи- кации) и сопровожде- нию ИС, автоматизи- рующих задачи организационного управления и бизнес- процессы (С) | Определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализа- ции в ИС на этапе предконтрактных работ  (С/01.6) |
| Инженерно-техническая поддержка подго- товки коммерческого предложения заказчи- ку на поставку, создание (модификацию) и ввод в эксплуатацию ИС на этапе предкон-  трактных работ (С/02.6) |
| Планирование коммуникаций с заказчиком в проектах создания (модификации) и ввода  ИС в эксплуатацию (С/03.6) |
| Идентификация заинтересованных сторон  проекта (С/04.6) |
| Распространение информации о ходе вы-  полнения работ по проекту (С/05.6) |
| Управление заинтересованными сторонами  проекта (С/06.6) |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Профессиональный  стандарт | Обобщенные трудовые  функции (с кодами) | Трудовые функции (с кодами) |
|  |  | Документирование существующих бизнес- процессов организации заказчика (реверс- инжиниринг бизнес-процессов организации)  (С/07.6) |
| Разработка модели бизнес-процессов заказ-  чика (С/08.6) |
| Адаптация бизнес-процессов заказчика к  возможностям ИС (С/09.6) |
| Инженерно-технологическая поддержка планирования управления требованиями  (С/10.6) |
| Выявление требований к ИС(С/11.6) |
| Анализ требований (С/12.6) |
| Согласование и утверждение требований к  ИС (С/13.6) |
| Разработка архитектуры ИС(С/14.6) |
| Разработка прототипов ИС(С/15.6) |
| Проектирование и дизайн ИС (С/16.6) |
| Разработка баз данных ИС (С/17.6) |
| Организационное и технологическое обес-  печение кодирования на языках программи- рования (С/18.6) |
| Организационное и технологическое обес-  печение модульного тестирования ИС (ве- рификации) (С/19.6) |
| Организационное и технологическое обес-  печение интеграционного тестирования ИС (верификации) (С/20.6) |
| Исправление дефектов и несоответствий в архитектуре и дизайне ИС, подтверждение  исправления дефектов и несоответствий в коде ИС и документации к ИС (С/21.6) |
| Создание пользовательской документации к  ИС (С/22.6) |
| Методологическое обеспечение обучения  пользователей ИС (С/23.6) |
| Развертывание ИС у заказчика (С/24.6) |
| Разработка технологий интеграции ИС с  существующими ИС у заказчика (С/25.6) |
| Оптимизация работы ИС(С/26.6) |
| Определение порядка управления измене-  ниями (С/27.6) |
| Анализ запросов на изменение (С/28.6) |
| Согласование запросов на изменение с за-  казчиком (С/29.6) |
| Проверка реализации запросов на измене-  ние в ИС (С/30.6) |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Профессиональный  стандарт | Обобщенные трудовые  функции (с кодами) | Трудовые функции (с кодами) |
|  |  | Управление доступом к данным (С/31.6) |
| Контроль поступления оплат по договорам  за выполненные работы (С/32.6) |
| Реализация процесса обеспечения качества  в соответствии с регламентами организации (С/33.6) |
| Реализация процесса контроля качества в  соответствии с регламентами организации (С/34.6) |
| Организация приемо-сдаточных испытаний  (валидации) ИС (С/35.6) |
| Осуществление закупок (С/36.6) |
| Идентификация конфигурации ИС (С/37.6) |
| Ведение отчетности по статусу конфигура-  ции (С/38.6) |
| Осуществление аудита конфигураций  (С/39.6) |
| Организация репозитория хранения данных  о создании (модификации) и вводе ИС в эксплуатацию (С/40.6) |
| Управление сборкой базовых элементов  конфигурации ИС (С/41.6) |
| Организация заключения договоров на вы-  полняемые работы, связанных с ИС (С/42.6) |
| Мониторинг и управление исполнением до-  говоров на выполняемые работы (С/43.6) |
| Организация заключения дополнительных  соглашений к договорам (С/44.6) |
| Закрытие договоров на выполняемые рабо-  ты (С/45.6) |
| Регистрация запросов заказчика (С/46.6) |
| Организация заключения договоров сопро-  вождения ИС (С/47.6) |
| Обработка запросов заказчика по вопросам  использования ИС (С/48.6) |
| Инициирование работ по реализации запро- сов, связанных с использованием ИС  (С/49.6) |
| Закрытие запросов заказчика (С/50.6) |
| Определение порядка управления докумен-  тацией (С/51.6) |
| Организация согласования документации  (С/52.6) |
| Организация утверждения документации  (С/53.6) |
| Управление распространением документа-  ции (С/54.6) |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Профессиональный  стандарт | Обобщенные трудовые  функции (с кодами) | Трудовые функции (с кодами) |
|  |  | Командообразование и развитие персонала  (С/55.6) |
| Управление эффективностью работы персо-  нала (С/56.6) |
| Руководитель проектов в области информаци- онных технологий УТВЕРЖДЕН от «18»  ноября 2014 г. № 893н; | Управление проектами в области ИТ на основе полученных планов проектов в условиях, когда проект не выхо- дит за пределы утвер- жденных параметров (А) | Идентификация конфигурации информаци-  онной системы (ИС) в соответствии с полу- ченным планом (A/01.6) |
| Ведение отчетности по статусу конфигура-  ции ИС в соответствии с полученным пла- ном (A/02.6) |
| Аудит конфигураций ИС в соответствии с  полученным планом (A/03.6) |
| Организация репозитория проекта в области ИТ в соответствии с полученным планом  (A/04.6) |
| Проверка реализации запросов на измене- ние (верификация) в соответствии с полу-  ченным планом (A/05.6) |
| Организация заключения договоров в про- ектах в соответствии с полученным задани-  ем (A/06.6) |
| Мониторинг выполнения договоров в про- ектах в области ИТ в соответствии с полу-  ченным планом (A/07.6) |
| Организация заключения дополнительных  соглашений к договорам в соответствии с полученным заданием (A/08.6) |
| Регистрация запросов заказчика в соответ- ствии с установленными регламентами  (A/09.6) |
| Согласование документации в соответствии  с установленными регламентами (A/10.6) |
| Управление распространением документа- ции в соответствии с установленными ре-  гламентами (A/11.6) |
| Контроль хранения документации в соот-  ветствии с установленными регламентами (A/12.6) |
| Сбор информации для инициации проекта в  соответствии с полученным заданием (A/13.6) |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Профессиональный  стандарт | Обобщенные трудовые  функции (с кодами) | Трудовые функции (с кодами) |
|  |  | Планирование проекта в соответствии с по-  лученным заданием (A/14.6) |
|  |  | Организация исполнения работ проекта в  соответствии с полученным планом (A/15.6) |
| Мониторинг и управление работами проекта в соответствии с установленными регламен-  тами (A/16.6) |
| Общее управление изменениями в проектах в соответствии с полученным заданием  (A/17.6) |
| Завершение проекта в соответствии с полу-  ченным заданием (A/18.6) |
| Подготовка к выбору поставщиков в проек-  тах в области ИТ в соответствии с получен- ным заданием (A/19.6) |
| Исполнение закупок в ИТ-проектах в соот-  ветствии с полученным заданием (A/20.6) |
| Обеспечение качества в проектах в области ИТ в соответствии с установленными ре-  гламентами (A/21.6) |
| Организация приемо-сдаточных испытаний (валидация) в проектах малого и среднего уровня сложности в области ИТ в соответ- ствии с установленными регламентами  (A/22.6) |
| Организация выполнения работ по выявле-  нию требований в соответствии с получен- ным планом (A/23.6) |
| Организация выполнения работ по анализу требований в соответствии с полученным  планом (A/24.6) |
| Согласование требований в соответствии с  полученными планами (A/25.6) |
| Реализация мер по неразглашению инфор-  мации, полученной от заказчика (A/26.6) |
| Идентификация заинтересованных сторон  проекта в области ИТ в соответствии с по- лученным заданием (A/27.6) |
| Распространение информации в проектах в области ИТ в соответствии с полученным  заданием (A/28.6) |
| Идентификация рисков проектов в области ИТ в соответствии с полученным заданием  (A/29.6) |
| Анализ рисков в проектах в области ИТ в  соответствии с полученным заданием (A/30.6) |

130

Учебное пособие Татьяна Викторовна Гаибова Виталий Валерьевич Тугов

131

Наталья Александровна Шумилина

**ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**

