

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**  
**Факультет Экономики и управления**  
**Кафедра Информационных технологий и моделирования**

**КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СТРУКТУРЕ**  
**АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий  
и самостоятельной работы студентов

Новосибирск 2021

УДК 004.94 (07)  
ББК 32.971.32-02, я 7  
К 637

Кафедра Информационных технологий и моделирования

Составитель: Е.И. Калягина, старший преподаватель кафедры Информационных технологий и моделирования

Рецензенты: И.Г. Целуйко к.э.н., доцент кафедры Учета и финансовых технологий

Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия: методические указания для проведения лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы студентов / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Фак. ЭиУ; сост. Е.И. Калягина. - Новосибирск, 2021. – 16 с.

Методические указания для лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия» предназначены для студентов направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика всех форм обучения.

Методические указания утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом факультета экономики и управления (протокол №4 от «28» декабря 2021 г.)

## **Введение**

В современном мире одной из главных тенденций развития компьютерных и информационных технологий является интеллектуализация систем и устройств, а также повсеместное внедрение элементов искусственного интеллекта в научную и практическую деятельность.

Лабораторно-практическое занятие – форма организации обучения, которая направлена на формирование практических умений и навыков и является связующим звеном между самостоятельным теоретическим освоением обучающимися учебной дисциплины и применением ее положений на практике.

Лабораторно-практические занятия проводятся в целях: выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, выполнении заданий, производстве расчетов, разработке и оформлении документов, практического овладения иностранными языками и компьютерными технологиями. Главным их содержанием является практическая работа каждого студента.

Самостоятельная работа обучающихся – вид деятельности, при котором в условиях систематического уменьшения прямого контакта с преподавателем студентами выполняются учебные задания. К таким заданиям относятся контрольные и курсовые работы, рефераты, эссе, доклады и т.д.

При этом специфика самостоятельной работы обучающихся заключается в том, чтобы студенты самостоятельно получали новые знания.

## **Цель и задачи дисциплины**

Дисциплина «Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия» предназначена для качественной подготовки специалистов в области прикладной информатики и информационных технологий, отвечающих требованиям современного общества, и представляет собой одно из базовых направлений обучения, что позволяет студентам получить фундаментальные знания о методах и подходах к автоматизации решения сложно формализуемых задач, а также способствует формированию у них умений и навыков применения изученного материала в практической деятельности.

Целью изучения курса «Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия» является: формирование у обучающегося

целостной системы знаний о теоретических, методологических и практических подходах используемых в процессе проектирования, разработки, анализа и оценки деятельности интеллектуальных систем.

Дисциплина «Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

## **2. Цель проведения лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы обучающихся**

Лабораторно-практические занятия направлены на закрепление и расширение знаний, полученных на лекциях.

Лабораторно-практические занятия по курсу «Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия» направлены на практическое углубленное изучение учебной дисциплины, привитие обучающимся навыков самостоятельного поиска и анализа учебной информации, формирование и развитие у них научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение.

Цель самостоятельной работы обучающихся – овладение методами получения новых знаний, приобретение навыков самостоятельного анализа социальных явлений и процессов, усиление научных основ практической деятельности.

### **3. Содержание занятий**

#### **Тема 1. Понятие архитектуры предприятия.**

##### **Задание 1. «Построение архитектурной модели Захмана»**

Задание: Построить модель Захмана к предприятию (индивидуальный выбор).

Модель Захмана преследует две основные цели:

- логически разбить все описание архитектуры на отдельные разделы для упрощения их формирования и восприятия;
- обеспечить возможность рассмотрения целостной архитектуры с выделенных точек зрения или соответствующих уровней абстракции.

В период опубликования работ Захмана в качестве традиционного подхода при формировании описания системы использовалась концепция «жизненного цикла», включающего такие этапы, как планирование, анализ, проектирование, разработка, документирование, внедрение и промышленная эксплуатация. На каждом из этих этапов рассматриваются вопросы, связанные как с функциями системы, так и с данными. Захман предложил вместо традиционного подхода, связанного с рассмотрением отдельных аспектов работы системы в различные моменты времени, использовать рассмотрение системы с различных перспектив.

Основная идея заключается в том, чтобы обеспечить возможность последовательного описания каждого отдельного аспекта системы в координации со всеми остальными. Собственно модель представляется в виде таблицы (табл. 1).

Перспективы (строки в таблице) соответствуют различному уровню управления предприятием, если речь идет об архитектуре предприятия или использовании ИС:

Таблица 1 – Модель Захмана

	Данные ЧТО?	Функции КАК?	Сеть ГДЕ?	Организации КТО?	Расписание КОГДА?	Стратегии ПОЧЕМУ?	
Планировщик (1 уровень)	Список важных понятий и объектов	Список основных бизнес- процессов	Список мест нахождения	Список организаций важных для бизнеса	Список важных событий	Список бизнес-целей и стратегий	Сфера действия (контекст)
Владелец, менеджер (2 уровень)	Концептуал ьная модель данных	Модель бизнес- процессов	Схема логистики	Модель потока работ (workflow)	Календарный план реализации	Бизнес-план	Концептуальная модель предприятия
Конструктор, архитектор (3 уровень)	Логическая модель данных	Архитектура приложений	Модель распределенной архитектуры	Архитектура интерфейса пользователя	Структура процессов	Конкретиза ция ролей и бизнес- правил	Системная (логическая) модель
Проектировщ ик (4 уровень)	Физическая модель данных	Системный проект	Технологиче ская архитектура	Архитектура презентации	Структуры управления	Реализация ролей и бизнес- правил	Технологическая (физическая) модель
Разработчик (5 уровень)	Описание структуры данных	Программн ый код	Сетевая архитектура	Архитектура безопасности	Определение временных привязок	Реализация бизнес- логистики	Детали реализации
Пользователь (6 уровень)	Фактические базы данных	Исполняемый код и инструкции к функциям	Описание взаимодействия в сети	Обученный персонал	Список фактических бизнес- событий	Работающие правила	Оценка функциони- рования

**первый уровень** соответствует уровню интересов высшего руководства и собрания акционеров. В применении к деятельности предприятия — это верхняя строка таблицы, представляющая, по сути, контекст модели. На данной строке демонстрируется планирование бизнеса в целом (бизнес-модель). На этом уровне вводятся достаточно общие основные понятия, определяющие бизнес (например, продукты и услуги, клиенты, расположение объектов бизнеса), а также формулируется бизнес-стратегия (колонка «Стратегия»). Данная строка определяет контекст всех последующих строк;

**второй уровень** соответствует интересам бизнес-менеджеров и владельцев процессов, на нем определяется концептуальная модель, которая предназначена для описания в терминах бизнеса структуры организации, ключевых и вспомогательных бизнес-процессов. Две верхние строки соответствуют наиболее общим представлениям и достаточно широко описывают существующее окружение, планы и цели;

**третий уровень** — уровень, на котором происходит организация «командной» работы бизнес-менеджеров, бизнес-аналитиков и менеджеров, отвечающих за разработку ИТ. Это уровень логической модели, здесь бизнес-процессы описываются уже в терминах информационных систем, включая различные типы данных, правила их преобразования и обработки для выполнения определенных на уровне 2 бизнес-функций;

**четвертый уровень** и последующие описывают детали, представляющие интерес для ИТ-менеджеров, проектировщиков, разработчиков. На нем определяются технологическая модель, включающая физическую модель и детали реализации, т. е. осуществляется привязка данных и операций над ними к выбранным технологиям реализации. Например, здесь может быть определен выбор реляционной СУБД, или средств работы с неструктурированными данными, или объектно-ориентированной среды;

**пятый уровень** соответствует детальной реализации системы, включая конкретные модели оборудования, топологию сети, производителя и версию СУБД, средства разработки и собственно готовый программный код. Многие из работ на данном уровне часто выполняются субподрядчиками;

**шестой уровень** описывает работающую систему. На этом уровне могут быть введены такие объекты, как инструкции для работы с системой, фактические базы данных.

На каждом уровне участники рассматривают одни и те же *категории вопросов*, соответствующие столбцам (колонкам) таблицы, только с различным уровнем абстракции и детализации.

**Колонка «Данные» (ответ на вопрос «ЧТО»)** определяет используемые в системе данные. На верхнем уровне достаточным будет простое перечисление основных объектов, используемых в бизнесе. На втором уровне данные (объекты) объединяются в семантическую модель высокого уровня и обычно описываются в виде диаграммы «сущности-связи» с отражением основных связей и наиболее существенных бизнес-ограничений. На третьем уровне эта модель приводится к нормализованной форме, определяются все атрибуты и ключи. Четвертый уровень представляет собой физическую модель данных в системе (в объектно-ориентированном подходе — иерархию классов). Пятый уровень содержит описание модели на языке управления данными для формирования таблиц, готовые библиотеки классов, табличные пространства СУБД. Шестой уровень может описывать фактические наборы данных, в том числе такие характеристики, как журналы доступа, размеры реально занимаемого дискового пространства, статистику обращений и т. п. Можно отметить определенное несовершенство данной модели при использовании объектно-ориентированного подхода — фактически модель предписывает раздельное рассмотрение данных (свойств) и функций (методов) классов.

**Колонка «Функции» (ответ на вопрос «КАК»)** предназначена для описания последовательной детализации способов реализации миссии предприятия на уровне отдельных операций. В частности, на первом уровне достаточным будет простое перечисление бизнес-процессов. Второй уровень будет содержать модель бизнес-процессов, которая впоследствии детализируется на третьем уровне в операции над данными и архитектуру приложений; на четвертом уровне — в методы классов; на пятом уровне содержится программный код и, наконец, исполняемые модули на шестом уровне. При этом, начиная с четвертого уровня, рассмотрение ведется уже не в рамках предприятия в целом, а по отдельным подсистемам или приложениям.

**Колонка «Сеть» (ответ на вопрос «ГДЕ»)** определяет пространственное распределение компонентов системы и сетевую организацию. На уровне планирования бизнеса здесь достаточно определить расположение всех производственных объектов. На втором уровне эти объекты объединяются в модель со связями, характеризующими

взаимодействие между собой, – будь то обмен информацией или поставки товаров. На третьем уровне системной архитектуры осуществляется привязка компонентов информационной системы к узлам сети. Четвертый уровень служит для определения физической реализации в терминах аппаратных платформ и системного программного обеспечения, используемых для интеграции различных компонентов информационной системы между собой. Типичным примером могут являться брокеры запросов или средства обмена сообщениями. На пятом уровне определяются используемые протоколы и спецификации каналов связи. На шестом уровне описывается функционирование реализованной сети.

**Колонка «Организации» (ответ на вопрос «КТО»)** определяет участников процесса. На уровне планирования бизнеса здесь представлен список подразделений предприятия и выполняемые ими функции. На втором уровне приводится полная организационная диаграмма, а также могут быть определены общие требования к информационной безопасности. Далее последовательно определяются участники бизнес-процессов и их роли (уровень 3), требования к интерфейсам пользователя и правила доступа к отдельным объектам (уровень 4), их физическая реализация на уровне кода или операторов определения доступа к таблицам в СУБД (уровень 5). Шестой уровень описывает обученных пользователей системы.

**Колонка «Расписание» (ответ на вопрос «КОГДА»)** определяет временные характеристики бизнес-процессов и работы системы. Детализация осуществляется сверху вниз, начиная от списка важных событий (уровень 1) и календарного плана (уровень 2), характеризующих выполнение бизнес-процессов (например, требование ко времени оформления сделки). На третьем уровне определяются события, вызывающие изменение состояния информационных объектов и инициацию операций над ними (диаграммы зависимостей, последовательностей). На четвертом уровне эти события транслируются в программные вызовы (триггеры) или передаваемые сообщения (диаграмма потоков управления). Пятый уровень определяет физическую реализацию обработки таких событий (определения интервалов, временные диаграммы), шестой уровень представляет фактическую историю функционирования системы.

**Колонка «Стратегии» (ответ на вопрос «ПОЧЕМУ»)** служит для определения мотивации и задает порядок перехода от задач бизнеса к требованиям и элементам ИС. Исходной точкой является бизнес-стратегия (уровень 1), которая затем последовательно транслируется в бизнес-план (уровень 2), затем в правила и ограничения для реализации бизнес-процессов

(уровень 3), а на четвертом уровне — в соответствующие приложения, необходимые для включения в состав информационных систем и в дальнейшем в их физическую реализацию.

Таблица заполняется по следующим правилам:

- каждая клетка таблицы независима от других, вместе они образуют функционально полное пространство для описания системы («базис»);
- каждая клетка содержит соответствующее описание аспекта реализации системы в виде определенной модели или, возможно, простого описания (текстового документа);
- порядок следования колонок несущественен;
- базовые модели для каждой из колонок являются уникальными;
- соответствующие модели в клетках каждого ряда в совокупности образуют полное описание системы с выбранной перспективы;
- заполнение клеток должно проводиться последовательно «сверху вниз».

*Форма проведения.* Самостоятельная работа по материалам лекций и рекомендованной литературе.

## **Тема 2. Информационные системы в бизнес-процессах.**

Вопросы для изучения:

1. Развитие комплексной информационной системы управления предприятием.
2. Комплексная ИС.
3. Структура систем.
4. ERP системы на российском рынке ПО.
5. Информационные системы по уровням управления.

*Форма проведения.* Самостоятельная работа по материалам лекций и рекомендованной литературе.

## **Тема 3. Проектирование комплексных информационных систем.**

Вопросы для изучения:

Архитектура комплексной информационно системы. SCADA, MES, ERP, BI. BI –системы.

Европейский стандарт ISA S 95.

Метод Norus.

Имитационное моделирование и его циклы.

ARIS Express.

Анализ показателей эффективности процессов «как есть» и будущих процессов.

Построение архитектуры предприятия с использованием методологии ARIS (Основы методологии ARIS, организационная модель ARIS, функциональная модель ARIS, информационная модель ARIS, управляющая модель ARIS, модели ресурсов ARIS, метод управления знаниями в методологии ARIS, сравнительный анализ методологий ARIS и IDEF).

Задание 1. «Построение бизнес-архитектуры предприятия»

Моделирование предприятия с использованием методологий структурного анализа и проектирования. Модель AS-IS

1. Разработайте модель работы Вашего предприятия с использованием методологий структурного анализа и проектирования IDEF. Постройте модель AS-IS (как есть).

2. Оцените полезность использования методологий IDEF0, DFD, IDEF3 при построении модели Вашего предприятия.

3. Приведите обоснование точки зрения, выбранной Вами при построении модели предприятия.

4. Выберите наиболее важный или интересный бизнес-процесс в деятельности вашего предприятия, нуждающийся в изменении. Обоснуйте свой выбор и точку зрения на процесс.

*Форма проведения.* Самостоятельная работа по материалам лекций и рекомендованной литературе.

#### **Тема 4. Реинжиниринг бизнес процессов.**

Вопросы для изучения:

Сервис ориентированная архитектура (COA).

Внедрение COA на основе моделей.

WSDL язык для описания веб-сервисов.

Процессно-ориентированное внедрение бизнес – приложений.

Миграция бизнес-приложений.

Управление рисками.

Управляемые сервисы и библиотека инфраструктуры ИТ (ITIL).

Аутсорсинг бизнес –процессов.

Управление бизнес процессами на основе социализации (Social BPM).

*Форма проведения.* Самостоятельная работа по материалам лекций и рекомендованной литературе.

#### **4. Контролирующие материалы для аттестации по дисциплине**

##### **Задание для выполнения контрольной работы по дисциплине «Комплексные системы управления в структуре архитектуры предприятия»**

Тема: «Проектирование комплексных информационных систем».

Форма выполнения: индивидуально на персональных компьютерах.

Цель работы: создание модели предприятия на нескольких уровнях и нескольких этапах жизненного цикла.

Основой для построения предложено использовать эталонную модель архитектуры предприятия (рис. 1).

Эталонная модель описывает управление предприятием, специалисты могут ее использовать при интеграции приложений на предприятия:

Уровень 0–Физический процесс–Определяет фактические физические процессы, в частности производство.

Уровень 1– Интеллектуальные устройства для обнаружение физических процессов и управление ими, датчики процесса, анализаторы, сопутствующие приборы.

Уровень 2– Системы управления, ведущие контроль, мониторинг физических процессов, управление программным обеспечением в режиме реального времени, программное обеспечение для контроля и сбора данных производственного процесса (SCADA).

Уровень 3 – Системы производственных операций, осуществляющие управление производственным процессом, управление партиями; производственными операциями (MES).

Уровень 4 – Системы бизнес-логики, осуществляющие управление производственной деятельностью, связанной с бизнесом, ERP-системы, устанавливают основной производственный график, использование материалов и проч.

Для эффективной работы производственного предприятия желательна автоматизация всех уровней по всем направлениям деятельности. Поэтому, когда мы говорим о корпоративных информационных системах, мы говорим не о единой системе, которая выполняет все функции, а именно *о едином информационном пространстве и связи данных систем между собой*. Причем правила реализации могут быть как стандартизированы, так и нет, но только лишь тесная взаимосвязь дает нам необходимый результат.

Современная корпоративная информационная система отражает концептуальную и физическую архитектуру организации, сопровождает её многофункциональную деятельность.



Рисунок 1 – Уровни Стандарта ISA S95

Выполнению контрольной работы предшествует активная работа в аудитории с целью определения отправной точки, под которой нами понимается исходная информация необходимая для проектирования комплексной информационной системы.

### Список вопросов к зачету

1. Социализация управления бизнес-процессами.
2. Инфраструктура Web 2.0 для Social BPM

3. Основные понятие и принципы комплексной автоматизации производства (ИПС).
4. Иерархия уровней автоматизации.
5. Методология ARIS для построения архитектуры предприятия.
6. Нотации ARIS, IDEF0, IDEF3. Методики.
7. Развитие комплексной информационной системы управления предприятием.
8. Комплексная ИС.
9. Структура комплексных систем. ERP системы на российском рынке ПО.
10. Информационные системы по уровням управления.
11. Этапы проектирование комплексных информационных систем.
12. Архитектура комплексной информационно системы. SCADA, MES, ERP, BI.
13. BI –системы.
14. Европейский стандарт ISA S 95.
15. Метод Horus.
16. Имитационное моделирование и его циклы.
17. ARIS Express. Возможности.
18. Сервис ориентированная архитектура (COA). Внедрение COA на основе моделей.
19. WSDL язык для описания веб-сервисов.
20. Процессно-ориентированное внедрение бизнес – приложений.
21. Миграция бизнес-приложений.
22. Управление рисками.
23. Управляемые сервисы и библиотека инфраструктуры ИТ (ITIL).
24. Аутсорсинг бизнес –процессов.
25. Управление бизнес процессами на основе социализации (Social BPM).

## **5. Рекомендуемая литература**

1. Коваленко, В. В. Проектирование информационных систем: учебное пособие / В.В. Коваленко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 357 с. -(Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/987869. - ISBN 978-5-00091-637-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/987869>
2. Дрогобыцкая, К. С. Архитектурные модели экономических систем: монография. - М.: Вузовский учебник; ИНФРА-М, 2019. - 301 с. - (Научная

книга). - ISBN 978-5-9558-0328-9. - Текст: электронный. - URL:  
<https://znanium.com/catalog/product/1012459>

### **Информационное обеспечение**

1. Информатика и информационные технологии <http://www.rusedu.info/>
2. Электронная библиотека <http://www.razym.ru/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» // [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
4. Электронно-библиотечная система издательства «ИНФРА-М» // [www.znanium.com](http://www.znanium.com).
5. Научная электронная библиотека eLibrary.ru
6. Электронно-библиотечная система НГАУ// <http://nsau.edu.ru/library/ebooks/e-lib-sys-nsau/>

Составитель  
Калягина Евгения Ивановна

**Комплексные системы управления в структуре архитектуры  
предприятия**

Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий  
и самостоятельной работы студентов

Объем 1 уч. – изд. л.

Новосибирский государственный аграрный университет

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

Авторская редакция  
Компьютерная верстка Е.И Калягина