

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Кафедра автоматики и компьютерных систем

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Программно-аппаратный комплекс оперативного контроля данных по использованию электроэнергии

УДК 621.31-026.17:004.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Г	Мухаметшин Валерий Нургаянович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АиКС	Суходоев Михаил Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Фадеев Александр Сергеевич	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Кафедра автоматизации и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АИКС
А.С. Фадеев
(подпись) (дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Г	Мухаметшину Валерию Нургаяновичу

Тема работы:

Программно-аппаратный комплекс оперативного контроля данных по использованию электроэнергии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№701/С от 04.02.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – программно-аппаратный комплекс оперативного контроля данных по использованию электроэнергии. Методические пособия по теме исследования, научная отечественная и зарубежная литература, диссертации, периодические издания, материалы научных конференций.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Рассмотреть особенности автоматизации учета электроэнергии. 2. Исследовать многоуровневую архитектуру. 3. Проанализировать и выбрать необходимые компоненты. 4. Осуществить проектирование программно-аппаратного комплекса оперативного контроля данных по использованию электроэнергии.
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки, схемы, диаграммы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна
Раздел, выполняемый на иностранном языке	Ефремов Александр Александрович
	Сидоренко Татьяна Валерьевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
3. Многоуровневая архитектура	3. Multi-tier architecture
Заключение	Conclusion

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику:	25.01.2016 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АиКС	Суходоев Михаил Сергеевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM4Г	Мухаметшин Валерий Нургаянович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8BM4Г	Мухаметшину Валерию Нургаяновичу

Институт	Кибернетики	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	...
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	...
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	...
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i>
2. <i>Сегментирование рынка</i>
3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
4. <i>Матрица SWOT</i>
5. <i>График проведения и бюджет НТИ</i>
6. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>
7. <i>Потенциальные риски</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM4Г	Мухаметшин Валерий Нургаянович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 107 страниц, 16 рисунков, 19 таблиц, 62 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, информационные системы, ERP, АИИСКУЭ, проектирование, электроэнергия.

Объектом исследования является проектируемый программно-аппаратный комплекс.

Цель работы – заключается в исследовании возможности автоматизации получения оперативных данных учета электроэнергии средствами корпоративной системы, на основе проведенного исследования многоуровневых архитектур и анализа компонентов программно-аппаратного комплекса произвести выбор наиболее оптимальных компонентов для крупных предприятий, осуществить проектирование программно-аппаратного комплекса оперативного контроля данных по использованию электроэнергии.

В процессе исследования рассматривались особенности двух и трехуровневых архитектур, проведен анализ клиент-серверной модели, определены преимущества ERP и рассмотрена возможность реализации ERP в многоуровневой системе.

В результате исследования произведен анализ компонентов и выбор наиболее оптимальных, осуществлено проектирование программно-аппаратного комплекса оперативного контроля данных по использованию электроэнергии

Область применения: результаты исследования могут быть использованы специалистами предприятий в ходе проектирования подобного комплекса или автоматизации процесса учета электроэнергии средствами корпоративной системы.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АИISKУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система контроля учета электроэнергии;

АСУТП – автоматизация систем управления технологическими процессами;

АСУРП – автоматизация систем управления ресурсами предприятия;

БД – база данных;

ДП – деловой партнер;

ЕЭС – единая электроэнергетическая система России;

ОРЭМ – оптовый рынок электроэнергии и мощности;

ОС – операционная система;

ПО – программное обеспечение

СУБД – система управления базой данных;

УСПД – устройство сбора и передачи данных;

ЭСК – энергосбытовые компании.

BI – business intelligence;

CE – composition environment;

EDM – energy data management;

ERP – enterprise resource planning;

IS-U – industrial solution for utilities;

PI – process integration;

UES – Unified Energy System of Russia.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	13
1 Программно-аппаратный комплекс.....	16
2 Многоуровневая архитектура	19
2.1 Клиент-серверная модель.....	19
2.2 Преимущества ERP.....	23
2.3 ERP в многоуровневой архитектуре	25
2.4 Общая функциональная структура ERP	26
3 Анализ подбора компонентов программно-аппаратного комплекса.....	29
3.1 Анализ АИИСКУЭ и приборов учёта электроэнергии.....	29
3.1.1 ПО «АльфаЦЕНТР».....	30
3.1.2 ПО «Пирамида»	30
3.1.3 ПО «Энергосфера».....	31
3.1.4 Обоснование выбора АИИСКУЭ.....	31
3.2 Анализ и выбор ERP-системы	33
3.2.1 SAP ERP	33
3.2.2 Oracle E-Business Suite.....	34
3.2.3 Microsoft Dynamics AX.....	35
3.2.4 Обоснование выбора ERP-системы	36
3.3 Анализ и выбор СУБД.....	37
3.3.1 Oracle Database	37
3.3.2 Microsoft SQL Server.....	38
3.3.3 Выбор СУБД.....	38
3.4 Выбор вычислительной системы	39
4 Проектирование программно-аппаратного комплекса	40

4.1	Проектирование системы учета потребления электроэнергии	40
4.1.1	Счетчик электроэнергии	40
4.1.2	Мультиплексор.....	41
4.1.3	Устройство сбора и передачи данных	41
4.1.4	Архитектура системы учета электроэнергии.....	42
4.2	Проектирование корпоративной системы.....	44
4.2.1	SAP ERP (IS-U)	44
4.2.2	Управление энергетическими данными	49
4.3	Архитектура решения.....	54
4.4	Централизация энергетических данных в системе.....	55
4.5	Средства отчетности учета	56
4.5.1	Средства оперативной отчетности.....	57
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
5.1	Организация и планирование работ	60
5.2	Продолжительность этапов работ	61
5.3	Расчёт накопления готовности проекта.....	64
5.4	Расчёт сметы затрат на выполнение проекта.....	65
5.5	Расчёт заработной платы.....	66
5.6	Расчёт затрат на социальный налог	67
5.7	Расчёт затрат на электроэнергию	67
5.8	Расчёт амортизационных расходов.....	68
5.9	Расчёт прочих расходов	69
5.10	Расчёт общей себестоимости разработки.....	69
5.11	Расчёт прибыли	69

5.12	Расчёт НДС	70
5.13	Цена разработки НИР	70
5.14	Оценка экономической эффективности проекта	70
5.15	Оценка научно-технического уровня НИР	71
6	Социальная ответственность.....	73
6.1	Производственная безопасность	73
6.1.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	74
6.1.2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	76
6.1.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений	77
6.1.4	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	78
6.1.5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.....	79
6.2	Экологическая безопасность	80
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	83
	Заключение	85
	Список публикаций.....	86
	Список использованных источников	87
	Приложение А	93
	Приложение Б.....	106
	Приложение В	107

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос автоматизированного учёта, обработки и контроля энергетических данных с применением информационных систем стоит особенно актуально, ведь добыча нефти и газа занимает значительную роль в экономике России. Разработка новых месторождений и последующая добыча углеводородного сырья зависит напрямую от бесперебойных поставок электроэнергии. Одним из вариантов решения является внедрение программно-аппаратного комплекса оперативного контроля данных по использованию электроэнергии и других различных инструментов для контроля данных на его платформе, как например, ежедневно формируемая сводка потребления электроэнергии и мощности соответствующими объектами и подразделениями предприятия. В сводке потребления электроэнергии может учитываться фактическое, запланированное потребление электроэнергии и мощности и другие параметры в зависимости от потребности предприятия и методик расчета электроэнергии. Автоматизация учёта электроэнергии и использование этих данных для коммерческих расчётов и оплаты, а также использование этих данных в целях анализа. Наиболее эффективным видом организации такого учета представляется автоматизация получения данных из автоматизированной информационно-измерительной системы контроля учета электроэнергии и последующее их агрегирование в корпоративной системе, в которой помимо самого учёта могут быть реализованы и другие различные модули в зависимости от потребностей соответствующего предприятия.

Российский рынок электроэнергии формировался из вертикально-ориентированной структуры, в которой не было конкуренции как таковой, а значит и эффективности, качества предоставления услуг. Однако итогом последовательных реформ в отрасли стало образование оптового рынка электроэнергии.

Выбор темы исследования помимо ее актуальности в значительной степени был обусловлен недостаточной теоретической разработанностью и освещенностью.

Объектом исследования является проектируемый программно-аппаратный комплекс.

Цель работы – на основе проведенного исследования многоуровневых архитектур и анализа компонентов программно-аппаратного комплекса произвести выбор наиболее оптимальных компонентов для крупных предприятий, осуществить проектирование программно-аппаратного комплекса оперативного контроля данных по использованию электроэнергии.

Область применения: результаты исследования могут быть использованы специалистами предприятий в ходе проектирования комплекса со смежной архитектурой или автоматизации процесса учета электроэнергии средствами корпоративной системы.

Для достижения поставленной цели были определены и успешно решены следующие задачи:

- анализ предметной области проектируемого решения;
- исследование многоуровневой архитектуры;
- анализ и выбор оптимальных компонентов комплекса;
- разработка архитектуры системы учета;
- разработка архитектуры взаимодействия компонентов программно-аппаратного комплекса;
- проектирование программно-аппаратного комплекса;
- проектирование средств оперативной отчетности.

Практическая новизна заключается в том, что в результате проведенных исследований, анализа и проектирования, решена задача создания архитектуры программно-аппаратного комплекса. Практическая значимость результатов работы заключается в возможности применения

подобной архитектуры программно-аппаратного комплекса различными предприятиями.

1 ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС

Любая вычислительная система, компьютер или вычислитель может считаться программно-аппаратным комплексом, ведь они, соответственно, состоят из определенных компонентов, но разделенных на две основных части:

- программное обеспечение;
- аппаратное обеспечение [1].

В общем виде взаимодействие двух этих частей можно представить, как взаимодействие пользователя, программного обеспечения, операционной системы и оборудования (рисунок 1).

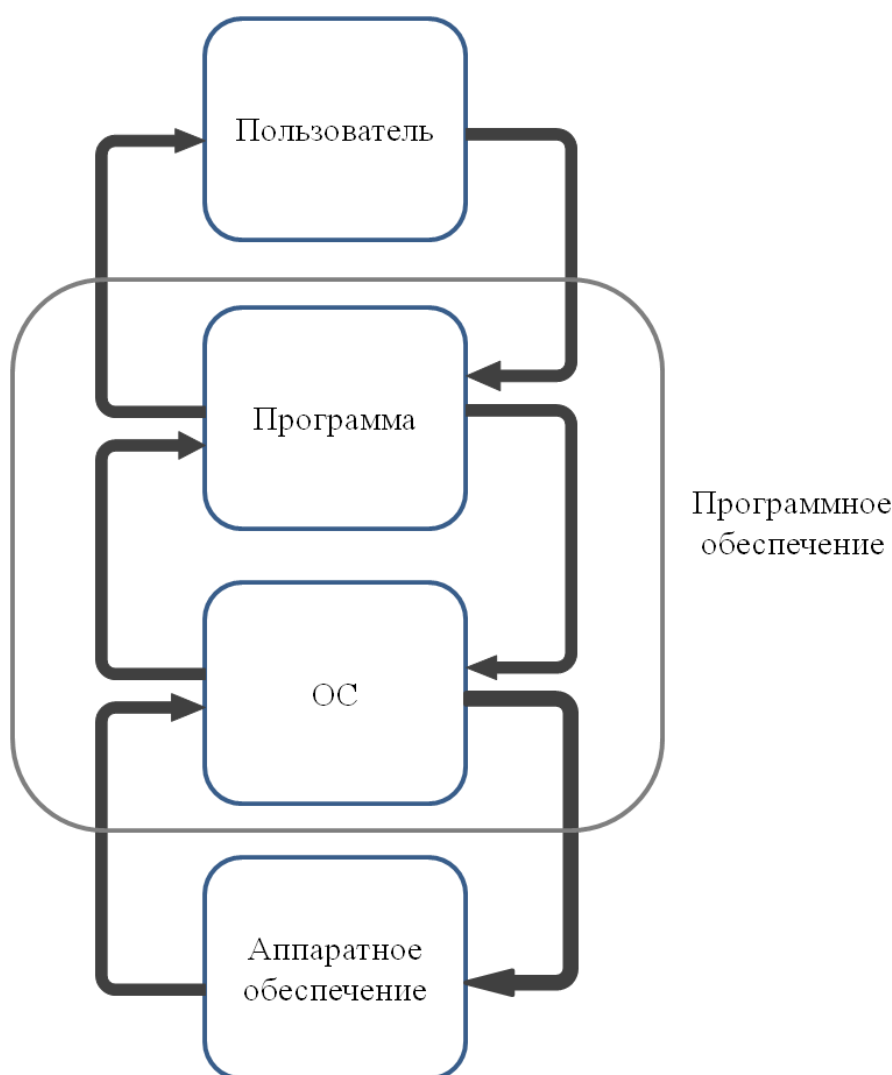


Рисунок 1 – Взаимодействие в вычислительной системе

В этой связи, можно определить программно-аппаратный комплекс как набор технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких сходных задач. Однако, стоит отметить, что понятие «программно-аппаратный комплекс» может использоваться в том случае, когда это является результатом проектирования, подбора необходимых программных и аппаратных компонентов в соответствии с поставленной задачей, спецификой предметной области и требованиями, исключающими вероятность несовместимости включаемых программных и аппаратных средств.

В аппаратную часть проектируемого комплекса должны быть включены такие компоненты, как измерительные приборы электроэнергии, серверы для включенных в комплекс информационных систем.

В программное обеспечение проектируемого комплекса должны быть включены – информационная система учета электроэнергии, корпоративная система, используемые ОС и СУБД.

С другой стороны, возможно представить проектируемый программно-аппаратный комплекс, в зависимости от выполняемых процессов, условно разделив общую деятельность на два параллельно осуществляемых процесса – АСУ ТП и АСУ РП.

АСУТП, в общем случае, могут использоваться с различным назначением. В данном случае на уровне АСУТП должны осуществляться следующие мероприятия:

- первичный учет и контроль электроэнергии;
- проверка полноты данных, поступающих с приборов учета;
- включение новых приборов в систему учета;
- сбор и первичная обработка технологической информации;
- организация взаимодействия с другими входящими системами;
- техническое сопровождение системы учета электроэнергии и корпоративной системы.

Уровень АСУРП возможно представить, как общую организацию деятельности информационного подразделения предприятия (рисунок 2), отвечающего за информационные системы, что может нести в себе переопределение бизнес-процессов предприятия.

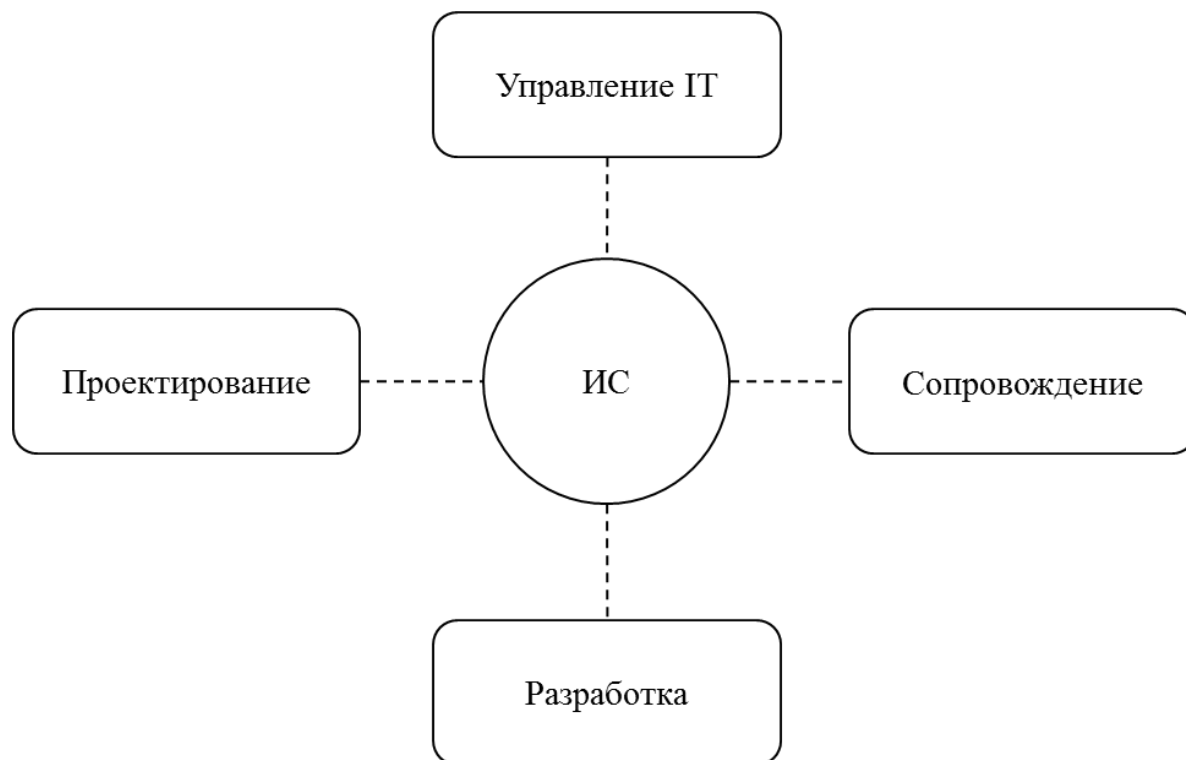


Рисунок 2 – АСУРП

Корпоративные информационные системы можно разделить на определенные классы, которые сформировались в рамках изменения подходов к ведению бизнес-процессов, их автоматизации.

Возможно условно разделить существующие корпоративные системы по классу на следующие: MRP, CSRP, ERP [2]. Под классом системы понимается перечень требований и функциональности, предъявляемый к определенной системе. Стоит отметить, что для ERP не определены формализованные требования, однако ERP, в общем случае, должна отвечать всем требованиям, предъявляемым к MRP, а также включать все необходимые инструменты управления ресурсами предприятия, такими как материально-технические, производственные, человеческие.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов её внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершён комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

5.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

Данный пункт содержит полный перечень проводимых работ, их исполнители и рациональную продолжительность. В той связи, что было только два исполнителя результат планирования представлен как линейный график реализации проекта, для его построения хронологически упорядоченные данные были сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение технического задания	НР, И	НР – 60% И – 40%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 50% И – 50%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Исследование многоуровневых архитектур	НР, И	НР – 40% ИП – 80%
Анализ систем учета электроэнергии	НР, И	НР – 10% И – 100%

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Анализ ERP-систем	И	И – 100%
Проектирование архитектуры программно-аппаратного комплекса	И	И – 100%
Проектирование средств оперативной отчетности	И	И – 100%
Оформление пояснительной записки	НР, И	НР – 30% И – 100%
Публикация проекта	И	И – 100%

5.2 Продолжительность этапов работ

Расчёт продолжительности этапов работ осуществляется опытно-статическим методом, реализуемый экспертным способом.

Экспертный способ предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ используется следующая формула.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1)$$

- где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;
- t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для выполнения перечисленных в таблице 1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести её в календарные дни. Расчёт продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведётся по формуле.

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определённых длительностей в данной работе $K_{\text{вн}} = 0.9$.

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, в данном случае $K_{\text{д}} = 1$.

Расчёт продолжительности этапа в календарных днях ведётся по формуле.

$$T_{\text{кд}} = T_{\text{рд}} \cdot T_{\text{к}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{кд}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{к}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле 4.

$$T_{\text{к}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вд}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вд}}$ – выходные и праздничные дни;

Так как исполнитель и научный руководитель работают по разному количеству дней, то необходимо вычислить два коэффициента, для пятидневной рабочей недели и шестидневной.

Для пятидневной: $T_{\text{вд}} = 119$.

$$T_{\text{к}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

Для шестидневной: $T_{\text{вд}} = 66$.

$$T_{\text{к}} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

В таблице 9 приведён пример определения продолжительности этапов работ и их трудоёмкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле 1. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоёмкости этапа для каждого из двух участников

проекта (научный руководитель и инженер) с учётом коэффициента $K_D = 1$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_D$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоёмкости, выраженные в календарных днях путём дополнительного умножения на T_K . Итог по столбцу 5 даёт общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоёмкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоёмкости этапов по исполнителям T_{KD} (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов).

Таблица 9 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоёмкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{рД}$		$T_{кД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,80	3,11	-	3,80	-
Составление и утверждение технического задания	НР, И	4	6	4,80	3,20	2,13	3,90	3,16
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	2	4	2,80	0,62	3,11	0,76	4,61
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,80	1,56	1,56	1,90	2,30
Обсуждение литературы	НР, И	1	3	1,80	0,60	2,00	0,73	2,96
Исследование многоуровневых архитектур	НР, И	11	13	11,80	5,24	10,49	6,40	15,54
Анализ систем учета электроэнергии	НР, И	5	7	5,80	0,64	6,44	0,79	9,55
Анализ ERP-систем	И	7	9	7,80	-	8,67	-	12,84

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоёмкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					Трд		Ткд	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Проектирование архитектуры программно-аппаратного комплекса	И	22	25	23,20	-	25,78	-	38,20
Проектирование средств оперативной отчетности	И	5	6	5,40	-	6,00	-	8,89
Оформление пояснительной записки	НР, И	18	20	18,80	6,27	20,89	7,65	30,95
Публикация проекта	И	2,00	4,00	2,80	-	3,11	-	4,61
Итого:				90,60	21,24	90,18	25,92	133,62

5.3 Расчёт накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объём работ по проекту в целом.

Далее представлены обозначения:

- $TP_{общ.}$ – общая трудоёмкость проекта;
- $TP_i(TP_k)$ – трудоёмкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоёмкость i-го этапа проекта по его завершении;
- $TP_{ij}(TP_{kj})$ – трудоёмкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в данной работе $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой 5.

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}, \quad (5)$$

Применительно к таблице 9 величины $TP_{ij}(TP_{kj})$ находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $TP_{\text{общ.}}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Расчёт $TP_i(\%)$ и $СГ_i(\%)$ на основе этих данных содержится в таблице 10.

Таблица 10 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TP _i , %	СГ _i , %
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2,79	2,79
Составление и утверждение технического задания	4,79	7,58
Подбор и изучение материалов по тематике	3,35	10,93
Разработка календарного плана	2,79	13,72
Обсуждение литературы	2,33	16,06
Исследование многоуровневой архитектуры	14,12	30,18
Анализ систем учета электроэнергии	6,36	36,54
Анализ ERP-систем	7,78	44,32
Проектирование архитектуры программно-аппаратного комплекса	23,14	67,45
Проектирование средств оперативной отчетности	5,38	72,84
Оформление пояснительной записки	24,37	97,21
Публикация проекта	2,79	100,00

5.4 Расчёт сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчёт сметной стоимости её выполнения производится по следующим статьям затрат:

- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие, накладные расходы.

5.5 Расчёт заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчёт основной заработной платы выполняется на основе трудоёмкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в ТПУ.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле.

$$ЗП_{дн-т} = МО/20,58, \quad (6)$$

Данная формула учитывает, что в году 247 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 20,58 рабочих дня.

Для случая шестидневной рабочей недели в году 300 рабочих дней, и, следовательно, в месяце в среднем 25 рабочих дней.

$$ЗП_{дн-т} = МО/25, \quad (7)$$

Расчёты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 11. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 9. Для учёта в её составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,113$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 \cdot 1,113 \cdot 1,3 = 1,59$. Данный показатель рассчитан для пятидневной рабочей недели. Для шестидневной применяется другой коэффициент дополнительной заработной платы, равный 1,188, соответственно $K_{и} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,70$.

Таблица 11 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	930,5944	22,00	1,70	34780,48
И	7 864,11	382,1239067	91,00	1,59	55344,8
Итого:					90125,28

5.6 Расчёт затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зп} \cdot 0,3$.
Итак, в нашем случае $C_{соц.} = 90125,28 \cdot 0,3 = 27037,58$ руб.

5.7 Расчёт затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле.

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э}, \quad (8)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{э} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера ($T_{рд}$) из расчёта, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} \cdot K_t, \quad (9)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$, в данном случае приравнивается 0.6.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле 9.

$$P_{об} = P_{ном.} \cdot K_c, \quad (10)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчёт затраты на электроэнергию для технологических целей приведён в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность РОБ, кВт	Затраты ЭОБ, руб.
Персональный компьютер	728 · 0,6	0,3	574,06
Итого	574,06		

5.8 Расчёт амортизационных расходов

В данном пункте рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_A \cdot C_{\text{ОБ}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_d}, \quad (11)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учётом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берётся из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году.

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

$$C_{\text{АМ}} = \frac{0,33 \cdot 52000 \cdot 728 \cdot 1}{1976} = 6322,11$$

5.9 Расчёт прочих расходов

В данном пункте отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1, \quad (12)$$

Для данного примера:

$$C_{\text{проч.}} = (90125,28 + 27037,58 + 574,06 + 6322,11) \cdot 0,1 = 12405,90 \text{ руб.}$$

5.10 Расчёт общей себестоимости разработки

Проведя расчёт по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость научно-исследовательской работы (таблица 13).

Таблица 13 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	Сзп	90125,28
Отчисления в социальные фонды	Ссоц	27037,58
Расходы на электроэнергию	Сэл.	574,06
Амортизационные отчисления	Сам	6322,11
Прочие расходы	Спроч	12405,90
Итого:		124059,03

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 124059,03$ руб.

5.11 Расчёт прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определённости и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Из-за недостатка данных прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В данном случае она составляет 27292,99 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

5.12 Расчёт НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В данном примере это $(124059,03 + 27292,99) \cdot 0,18 = 29476,43$ руб.

5.13 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в данном случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 124059,03 + 27292,99 + 29476,43 = 193234,3 \text{ руб.}$$

5.14 Оценка экономической эффективности проекта

Рассматриваемая работа разрабатывалась в большей степени для применения предприятиями топливно-энергетического комплекса, однако сфера применения может быть расширена и на предприятия, предоставляющие услуги по поставки энергии. Количественная оценка эффективности невозможна ввиду недостатка информации и компетенции, однако данная работа позволяет сократить временные затраты на проектирование программно-аппаратного комплекса оперативного контроля данных по использованию электроэнергии, разработанные компоненты которого являются так же инструментом принятия решений, что в конечном счете может позволить сэкономить большое количество энергетических и финансовых ресурсов, позволит уменьшить время работы привлекаемых специалистов за счёт возможности использования наработок, уже сформированной ранее документации. Стоит отметить и тот факт, что данное разрабатываемое решение может быть масштабируемым, что в конечном счете сказывается и на экономическом эффекте, который в таком случае трудно оценить без отсутствия необходимой информации. Можно сказать, что в данной работе экономический эффект приобретает форму экономии ресурсов, но это, в свою очередь, требует проведения большого количества сложных исследований.

5.15 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определённое количество баллов. Обобщённую оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На её основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) её научно-технического уровня по формуле 15.

$$I_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (13)$$

где $I_{\text{НТУ}}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Для используемого в пособии примера частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 14.

Таблица 14 – Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость R_i	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл n_i	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Относительно новая	4	Инструмент принятия решения для руководства предприятия
0,1	Теоретический уровень	Разработка программы	1	Создание различного ПО на основе программно-аппаратного комплекса

Значимость Ri	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранн й балл pi	Обоснование выбранного балла
0,5	Возможност ь реализации	В течение первых лет	10	Возможность реализации в зависимости от масштабов предприятия и степени внедрения

Интегральный показатель научно-технического уровня для текущего проекта составляет:

$$I_{НТУ} = 0,4 \cdot 4 + 0,1 \cdot 1 + 0,5 \cdot 10 = 6,7$$

По полученному интегральному показателю данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Мухаметшин В. Н. Обеспечение безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами / В. Н. Мухаметшин ; науч. рук. И. П. Скирневский // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 12-14 ноября 2014 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2014. — Т. 2. — [С. 32-33].

2. Мухаметшин, В. Н., Программно-аппаратный комплекс оперативного контроля данных по использованию электроэнергии [Электронный ресурс] / В. Н. Мухаметшин; науч. рук. П. И. Банок // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК) ; под ред. Т. Е. Мамоновой [и др.] . — 2016 . — Т. 2 . — [С. 24-25] .