

Маслов В. И., Куделько А. Р.
V. I. Maslov, A. R. Kudelko

**РАЗРАБОТКА НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ
СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

**DEVELOPMENT OF DIRECTIONS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INNOVATION
ACTIVITIES IN ENERGY SUPPLY OF KHABAROVSK REGION SOCIAL SPHERE**

Маслов Владислав Игоревич – магистрант Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).

Vladislav I. Maslov – Master's Degree Student, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur).

Куделько Анатолий Романович – кандидат технических наук, профессор кафедры «Промышленная электроника и инновационные технологии» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).

Anatoly R. Kudelko – PhD in Engineering, Professor, Industrial Electronics and Innovative Technologies Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur).

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы, связанные с решением проблемы нерационального расхода энергетических ресурсов, обусловленного неконтролируемой подачей тепла в многоквартирные дома. Предлагаемая инновационная автоматизированная система распределения энергоресурсов позволяет значительно снизить издержки потребителей за счёт оптимизации расхода тепловых ресурсов внутри дома. Рассмотрены мероприятия, ориентированные на оборудование (переоборудование) многоквартирных домов системой с автоматическим регулированием подачи тепловой энергии [1], а также на оборудование домов «умными» приборами учёта для автоматического сбора и передачи информации о потреблённых ресурсах в расчётные и расчётно-кассовые центры. В результате достигаются значительное упрощение процесса сбора и учёта информации по потреблённым ресурсам, снижение оплаты за энергоресурсы, а именно за тепловую энергию и содержание общедомового имущества. Вместе с этим обеспечивается достоверность переданных данных и проверка адекватности работы системы распределения энергоресурсов.

Summary. The paper discusses issues related to solving the problem of irrational consumption of energy resources caused by the uncontrolled supply of heat to apartment buildings. The proposed innovative automated system for distributing energy resources can significantly reduce consumer costs by optimizing the consumption of thermal resources inside the house. Measures focused on equipping (re-equipping) apartment buildings with a system with automatic control of the supply of thermal energy, as well as equipping houses with “smart” metering devices for automatically collecting and transmitting information about consumed resources to settlement and cash settlement centers are considered. As a result, a significant simplification of the process of collecting and recording information on consumed resources is achieved, reducing payments for energy resources, namely for thermal energy and the maintenance of common property. At the same time, the reliability of the transmitted data and verification of the adequacy of the operation of the energy distribution system is ensured.

Ключевые слова: интеллектуальные приборы учёта, автоматизированный тепловой пункт, технология передачи данных, технология учёта потребления энергоресурсов, моделирование.

Key words: intelligent metering devices, automated heating point, data transmission technology, energy consumption metering technology, modeling.

УДК 64-52

Введение. Рассматриваемая проблема соответствует приоритетным направлениям развития техники и технологий в Российской Федерации исходя из Указа Президента РФ от 07 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий РФ».

Вместе с этим в силу вступило Постановление Правительства РФ от 3 февраля 2022 г. № 92 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам предоставления коммунальных услуг и содержания общего имущества в многоквартирном доме». В текущих условиях развития технологий, в перспективе, это необходимое нововведение для потребителей тепловой и электрической энергии. В настоящее время всё больше продуктов как бытового, так и общего пользования входят в так называемый «Интернет вещей». И со временем неизбежно будет происходить автоматизация в этой сфере, т. к. в этом заинтересованы как производители и поставщики ресурсов, так и их потребители.

Целью работы является формирование отдельных направлений повышения эффективности инновационной деятельности по энергетическому обеспечению социальной сферы Хабаровского края. Одним из таких направлений является переоборудование многоквартирных домов (МКД) на систему автоматизированного распределения энергетических ресурсов [2], таких как тепловая энергия и горячее водоснабжение, а также оборудование МКД интеллектуальными инновационными приборами учёта потреблённых ресурсов, включая холодное водоснабжение.

Анализ состояния дел в сфере обеспечения промышленных, социальных и других объектов электрической энергией и тепловыми энергетическими ресурсами. Исследована структура корпоративной инновационной системы и инновационной деятельности АО «ДГК» – филиала предприятия ПАО «РусГидро» в Хабаровском крае. Инновационная система ПАО «РусГидро» представлена как часть региональной инновационной системы, взаимодействующей с правительством Хабаровского края и являющейся, по сути, отраслью энергетики в регионе.

Основными функциональными подсистемами инновационной системы являются кадровый отдел, научно-технический совет и отдел развития. Кадровый отдел позволяет обеспечивать инновационную деятельность хозяйствующего субъекта необходимыми кадрами. Научно-технический совет определяет необходимость нововведений и технико-экономические характеристики инновационных проектов. Также научно-технический совет проводит апробацию элементов и результатов инновационной деятельности. Отдел развития определяет вектор нововведений и цели инновационной деятельности хозяйствующего субъекта.

Основные компоненты обеспечивающей инфраструктуры реализуют инновационную деятельность управления необходимыми ресурсами и средствами. Генеральный директор утверждает инновационную политику организации, а также определяет главную цель инновационной деятельности хозяйствующего субъекта. Кадровый резерв АО «ДГК» напрямую зависит от компонентов внешней среды, а именно от сторонних компаний, влияющих на инновационную деятельность, таких как ISERV. ПАО «РусГидро» в данном случае выступает на правах учредителя и обеспечивает высший уровень управления инновационной деятельностью.

Также важным компонентом структуры инновационной системы является внешняя среда. Сторонние организации, выступающие в роли инициаторов инновационной деятельности, могут перенаправлять свои инициативы в инновационную деятельность рассматриваемого хозяйствующего субъекта. Портал инвестиций и Министерство экономического развития Хабаровского края являются вспомогательными (обеспечивающими) компонентами рассматриваемой инновационной системы и позволяют привлекать (способствуют привлечению) инвесторов к своей инновационной деятельности, а также определяют её приоритетные направления посредством утверждения инвестиционных программ.

Государственные структуры содействия инновациям выступают в роли регулятора региональной инновационной деятельности и определяют её направления вплоть до национальной инновационной системы. Также данные структуры обеспечивают инновационный климат путём проведения всевозможных конкурсов и мероприятий.

Исследование проблем учёта и передачи данных о потреблённых ресурсах. На сегодняшний день существует явная проблема достоверного учёта данных о потреблённых коммунальных ресурсах. Одной из важнейших проблем в сфере жилищно-коммунального хозяйства является высокая степень износа основных фондов, инженерных систем и сетей. Вместе с этим увеличивается количественный показатель аварийного жилья. Ввиду низкой степени интеграции ин-

новаций в регионе существует проблема низкой энергоэффективности в сфере обеспечения жилищно-коммунального и социально-культурного секторов энергетическими ресурсами. Это связано как с несанкционированными подключениями, так и с устареванием систем учёта потреблённых коммунальных ресурсов. Таким образом, при снятии показаний с общедомовых приборов учёта ресурсоснабжающие организации получают огромную разницу между индивидуальным и общедомовым потреблением. Кроме того, в связи изменением нормативно-методических требований по обеспечению потребителей энергоресурсами управляющие организации теперь обязаны выставлять эту разницу потребителям пропорционально занимаемым ими жилым площадям в платёжных документах. В Хабаровском крае весомая часть жилого фонда попросту не оборудована общедомовыми приборами учёта.

Степень интеграции и основные проблемы инновационной системы, возможные пути решения. Степень интеграции системы управления с другими системами менеджмента оценивается как низкая. Связано это прежде всего с крайне низким уровнем инновационного климата, и при всех благоприятных условиях бизнес неохотно внедряет новые технику и технологии в своё производство. Несмотря на значительное число научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также опытных образцов, до внедрения в массовое производство доходят лишь единичные инновационные проекты.

Основная проблема инновационной системы заключается в низкой степени интеграции системы управления инновационной деятельностью на этапах внедрения в массовое производство инновационных решений и/или продуктов. Как сказано выше, теоретически множество проблем уже проработано и исследовано. Со стороны государства предоставляется множество программ по направлениям повышения энергоэффективности и снижения затрат. Формируется, заявляется и в определённой степени осуществляется множество инвестиционных проектов, но реализуется лишь малая часть инновационных проектов и решений.

Возможным путём для решения данной проблемы считается перевод и/или переоборудование социально-жилищного и производственно-технического секторов на использование автоматизированного оборудования учёта потреблённой энергии с возможностью удалённой передачи данных о потреблённых ресурсах. Современные приборы учёта избавляют ресурсоснабжающие и управляющие организации от недостоверных данных учёта, что, в свою очередь, избавляет от необходимости усложнившегося взаимодействия между участниками отрасли энергетики и жилищно-коммунального хозяйства. Регуляторы автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов позволяют избавиться от «перетопов» в отопительный период, что значительно повысит экономические показатели от инновационной деятельности. Приоритетным считается полное переоборудование многоквартирного дома на автоматизированный тепловой пункт и автоматические приборы учёта. Также приоритетным считается оборудование новых многоквартирных домов предложенным оборудованием. В настоящее время оснащение новых домов современным оборудованием считается нормой, а степень интеграции инновационного продукта в новых домах считается целесообразной и оценивается достаточно высоко.

Перечисленные мероприятия позволят избавиться от устаревшего оборудования и потерь энергоресурсов, а также значительно упростить учёт потреблённых ресурсов и со временем окупить затраты на инновации в связи с сокращением расходов на обслуживание устаревшего оборудования [3].

Обоснование, выбор и характеристика инновационного продукта. В работе в качестве инновационного продукта с соответствующей инновационной технологией рассматривается продукт, исследованный в научной статье [4]. Вместе с этим в этой же статье проанализированы основные отличия продукта от ближайших аналогов и отражены его основные функциональные возможности. Проверка поведения системы отражает адекватность её поведения при заданных условиях. Также в работе [4] определены основные элементы теплового пункта (ТП).

Одним из основных преимуществ рассматриваемой системы над аналогами является то, что предлагается комплексное решение по установке автоматизированных тепловых пунктов совместно с интеллектуальными внутриквартирными приборами индивидуального учёта, снабжёнными

автоматической передачей данных о потреблённых ресурсах. Также работа подразумевает разработку модуля формирования QR-кода для удалённой оплаты потреблённых коммунальных ресурсов. Вместе с этим приборы учёта оборудованы датчиками магнитов для идентификации фактов наличия несанкционированного потребления энергоресурсов, что исключает несанкционированные подключения, а автоматическая передача данных исключает разницу в показаниях между управляющими и ресурсоснабжающими организациями.

Структура разрабатываемой системы распределения тепловых энергоресурсов и проверка адекватности поведения предлагаемого решения. В ходе исследования в среде MATLAB проведены обучение, корректировка и тестирование нечётких систем.

Приведя систему в визуально воспринимаемый вид, можно протестировать её с помощью тестовой выборки и получить результаты, представленные на рис. 1. Инструмент `anfisedit` позволяет тестировать ранее синтезированные нейро-нечёткие системы. Необходимость тестирования обусловлена методологией синтеза нейро-нечётких систем.

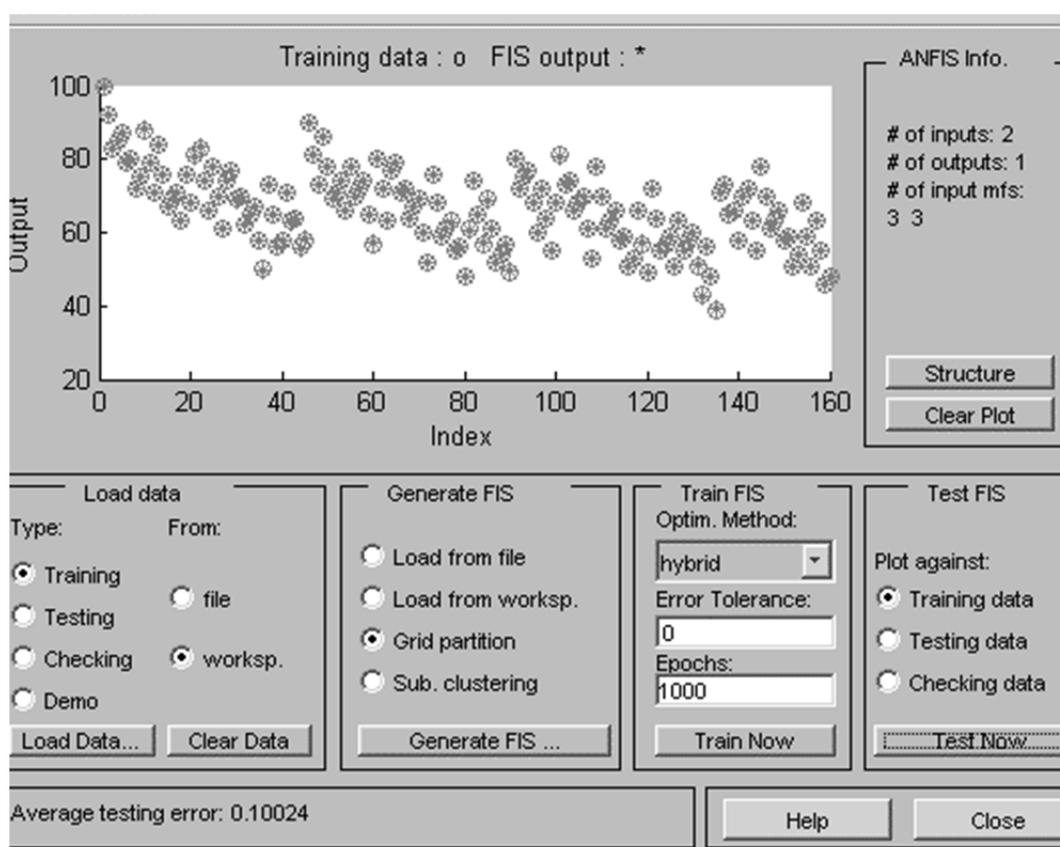


Рис. 1. Результат тестирования нечёткой системы с помощью тестовой выборки

Проведено моделирование структуры системы для оценки работы автоматизированной системы распределения тепловых энергоресурсов (см. рис. 2).

Как следует из рис. 2, в структуре системы имеется 6 входящих лингвистических переменных первого уровня, которые имеют выход в две промежуточные переменные, которые формируют одну выходную переменную, формирующую оценку температуры в помещении.

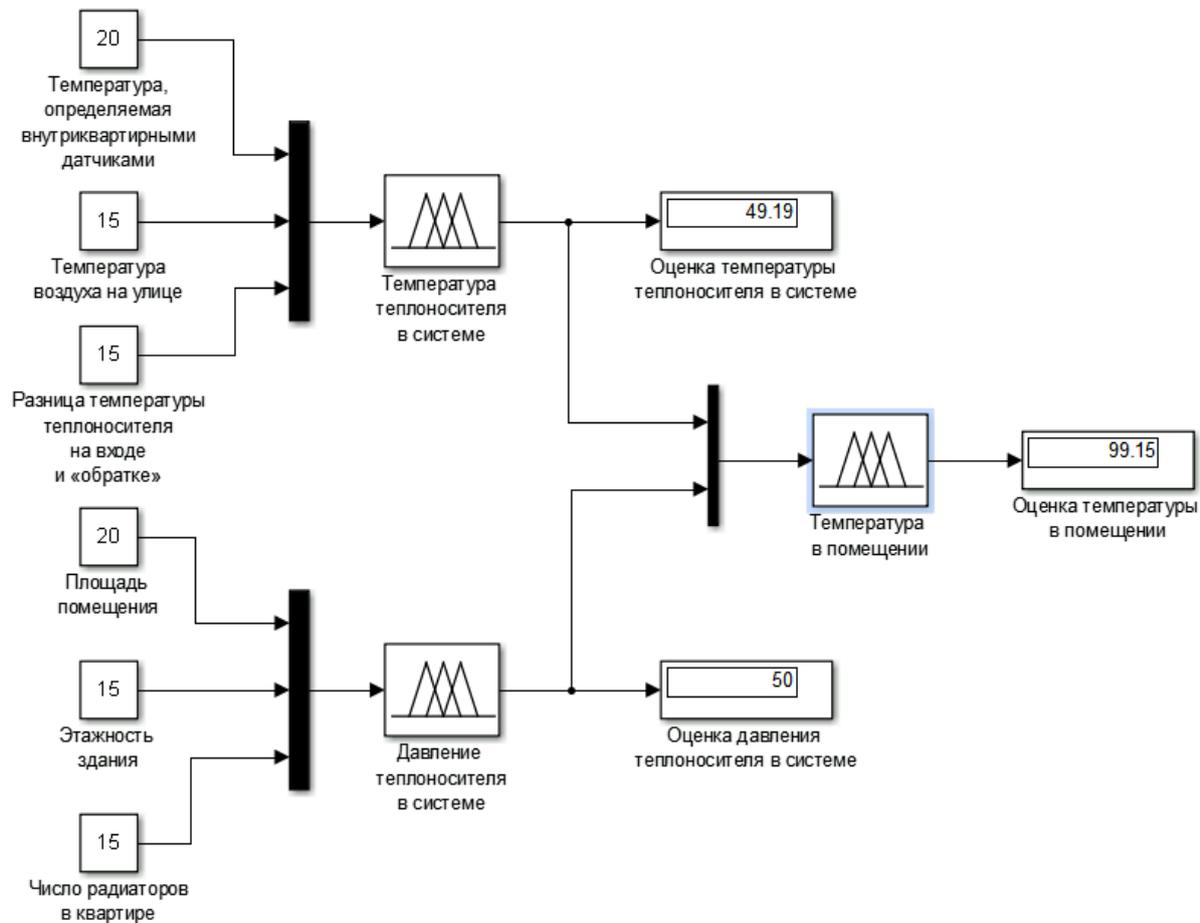


Рис. 2. Структура системы для оценки работы автоматизированной системы

Используя результаты исследований модели системы нечёткого выбора, построенной на примере интеллектуальной системы отопления помещения, описания и декомпозиции процесса отопления, проверки поведения системы при различных входящих условиях, визуализации поведения системы, а также структуру характеризующих систему показателей [4], можно утверждать, что поведение системы является адекватным при разных вариантах развития событий. При помощи заданных правил система даёт адекватную оценку входящим параметрам и правильно распределяет энергоресурсы. На рис. 3 изображена визуализация результатов моделирования системы.

С целью рассмотрения и планирования процесса производства инновационного продукта разработана процессная модель производства продукта, контекстная модель которой представлена на рис. 4. Исследована типовая процедура по установке автоматизированной системы распределения энергетических ресурсов в многоквартирном доме [5].

Декомпозиция процесса определяет необходимость выделения ряда ключевых этапов или процессов, основными из которых являются:

- определение целей и задач системы распределения энергетических ресурсов;
- анализ потребностей пользователей и законодательных требований;
- определение основных функций системы распределения энергетических ресурсов;
- разработка алгоритмов и моделей для эффективного распределения энергетических ресурсов;
- разработка интерфейсов и взаимодействия между компонентами системы;
- разработка программного обеспечения и аппаратных компонентов системы;
- интеграция компонентов системы и тестирование их работоспособности;
- установка и запуск системы в многоквартирных домах.

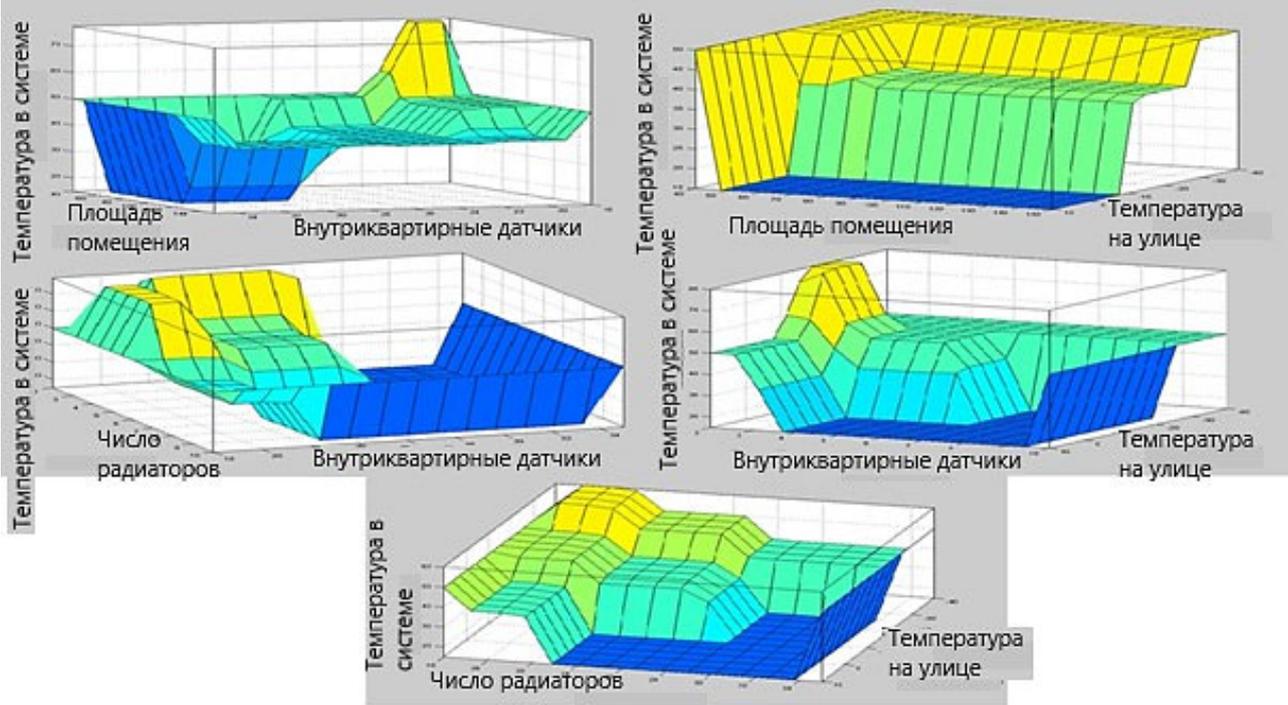


Рис. 3. Визуализация результатов моделирования системы

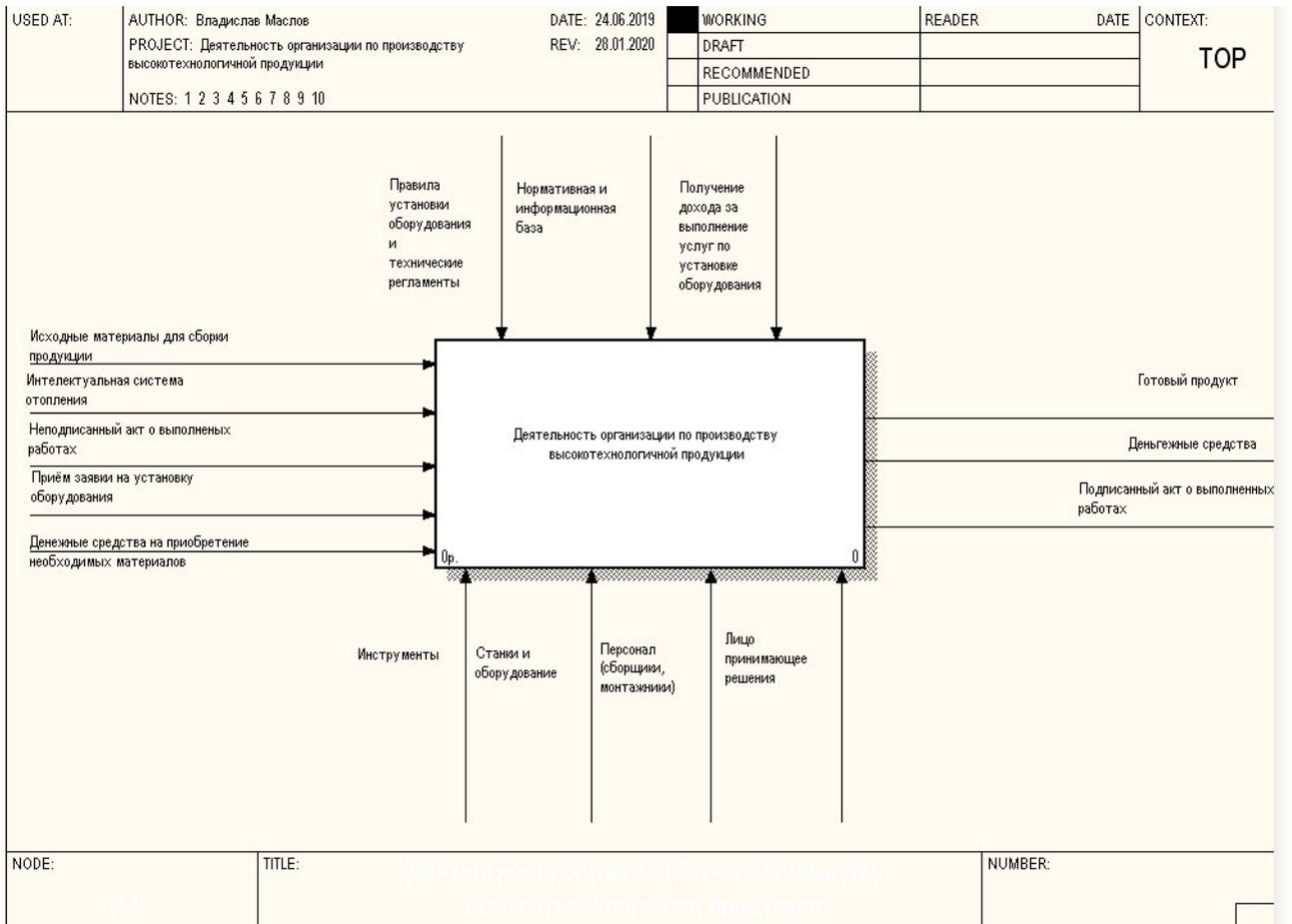


Рис. 4. Контекстная модель производства инновационного продукта

Заключение. В ходе работы осуществлёны комплексный анализ и оценка текущего состояния и тенденций изменения средств автоматизации и мониторинга процессов потребления тепловой и электрической энергии.

Исследована проблематика учёта данных о потреблённых коммунальных ресурсах в жилищном секторе. Представлены обоснование, структура и характеристика инновационного продукта, а также возможность реализации рассматриваемого продукта. Возможные решения и соответствующие корректирующие сигналы управления, формируемые автоматизированной системой распределения тепловых энергетических ресурсов, смоделированы с помощью программы MATLAB.

Проведено исследование процессной модели производства инновационного продукта. Результаты исследования могут быть использованы при определении и формировании совокупности процессов производства, а также их организационно-управленческого и технико-технологического обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированное управление процессом централизованного теплоснабжения распределённого комплекса зданий с учётом моделирования этих процессов / А. Н. Потапенко, Е. А. Потапенко, А. С. Солдатенков, А. О. Яковлев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – № 7-8. – С. 120-134.
2. Алимкулова, С. Р. Автоматизация индивидуальных тепловых пунктов / С. Р. Алимкулова, Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. – 78 с.
3. Ищенко, А. С. Повышение энергоэффективности тепловых пунктов / А. С. Ищенко, Н. Е. Сафонов, Н. В. Колосова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2021. – № 3 (24). – С. 6-10.
4. Куделько, А. Р. Инновационная автоматизированная система распределения энергоресурсов с подсистемой регистрации данных по потреблённым коммунальным ресурсам / А. Р. Куделько, В. И. Маслов // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы VI международной научно-практической конференции молодых учёных. В 2 ч. Ч. 1. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. – С. 369-373.
5. Маслов, В. И. Разработка и освоение производства инновационного продукта для учёта и передачи данных о потреблённых энергетических ресурсах / В. И. Маслов, А. Р. Куделько // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. – С. 415-418.