

НОВИЦКИЙ В.О.,

д.т.н., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», г. Москва, Россия,
e-mail: nvo60@mgupp.ru

ТИТОВ А.А.,

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», г. Москва, Россия,
e-mail: printsys@mail.ru

ПРОЛЕТОВ Я.Ю.,

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», г. Москва, Россия,
e-mail: yan.proletov@gmail.com

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ РЕГЛАМЕНТОВ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ НЕФРОЛОГИИ И ГЕМОДИАЛИЗА

DOI: 10.25881/18110193_2022_2_62

Аннотация.

В статье приведены методика и результаты предпроектного исследования и проектирования автоматизированных информационных систем применительно к системам управления бизнес-процессами медицинских организаций на примере контроля исполнения регламентов в отделениях нефрологии и гемодиализа. При разработке системы использована оригинальная методика системного анализа и моделирования бизнес-процессов на основе опыта работы подразделений частной сетевой медицинской компании, работающей в области нефрологии и гемодиализа. Приведены фрагменты онтологической модели, схема структуры целей системы, диаграммы причинно-следственных связей, стратегическая карта отделения гемодиализа. Дано описание системы в виде схем ландшафта и хореографии процессов в программной нотации BPMN 2.0. Показана общая сервис-ориентированная архитектура системы.

Ключевые слова: медицинская информационная система, автоматизированный контроль исполнения регламентов, диаграмма причинно-следственных связей, стратегическая карта, ландшафт и хореография процессов, программно-техническая и информационная архитектура системы управления.

Для цитирования: Новицкий В.О., Титов А.А., Пролетов Я.Ю. Проектирование информационных систем на примере создания системы управления бизнес-процессами контроля исполнения регламентов для отделения нефрологии и гемодиализа. *Врач и информационные технологии.* 2022; 2: 62-73. doi: 10.25881/18110193_2022_2_62.

NOVITSKY V.O.,

Dr. Sci., Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia,
e-mail: nvo60@mgupp.ru

TITOV A.A.,

Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia,
e-mail: a.a.titov@nefrosovet.ru

PROLETOV YA.YU.

Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia,
e-mail: yan.proletov@gmail.

DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS: EXAMPLE OF CREATING A BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM FOR CONTROL OF REGULATIONS IMPLEMENTATION AT THE DEPARTMENT OF NEPHROLOGY AND HEMODIALYSIS

DOI: 10.25881/18110193_2022_2_62

Abstract.

The article proposes technique and results for pre-project research and design of automated information systems in relation to business process management systems of medical organizations on the example of monitoring the implementation of regulations at the departments of nephrology and hemodialysis. When developing the system, an original method of system analysis and modeling of business processes was used based on the experience of the divisions of a private network medical company working in the field of nephrology and hemodialysis. Fragments of the ontological model, a scheme of the structure of the system's goals, diagrams of cause-and-effect relationships, a strategic map of the hemodialysis department are given. A description of the system is given in the form of landscape diagrams and process choreography in BPMN 2.0 software notation. The service-oriented architecture of the system is shown.

Keywords: *medical information system, automated control of the execution of regulations, cause-effect relationship diagram, strategic map, process landscape and choreography, software, hardware and information architecture of the control system.*

For citation: *Novitsky V.O., Titov A.A., Proletov Ya.Yu. Design of information systems: example of creating a business process management system for control of regulations implementation at the department of nephrology and hemodialysis. Medical doctor and information technology. 2022; 2: 62-73. doi: 10.25881/18110193_2022_2_62.*

ВВЕДЕНИЕ

Для проведения качественного лечения больных в центрах нефрологии и гемодиализа необходимо контролировать исполнение регламентов, связанных с проведением основных для данных учреждений лечебно-диагностических процессов (ЛДП) — заместительной почечной терапии и лечения осложнений. При этом автоматизированный контроль исполнения ЛДП может осуществляться только на основе формализованных регламентов. В качестве примеров регламентов можно привести клинические рекомендации, стандарты оказания медицинской помощи, приказы организации и др. В настоящее время менеджмент вышеуказанных ЛДП недостаточно автоматизирован, регламенты не формализованы, сами бизнес-процессы описаны не полностью, контроль исполнения регламентов также не автоматизирован.

Данная статья посвящена ответам на следующие вопросы. Как контролировать ЛДП, если контроль не автоматизирован? Как практически выполнять этот контроль? Что является критериями контроля? Насколько фактические показатели при этом могут отклоняться от целевых показателей? Тогда задача оптимизации будет заключаться в том, чтобы отклонения фактических параметров от заданных ключевых параметров были минимальны. И как можно формально мотивировать качественное выполнение регламентов ЛДП?

МЕТОДЫ

В работе формализация обеспечивается путем описания бизнес-процессов в виде диаграмм «как есть» и их автоматизации на основе разработки диаграмм «как должно быть», выполненных в одной из программных нотаций.

На базе подобного системного проектирования и реинжиниринга соответствующих бизнес-процессов можно оптимизировать контроль исполнения регламентов. Целевым критерием при этом будет агрегированное минимальное отклонение исполняемых фактических показателей от заданных ключевых, а именно:

- Kt/V — показатель дозы диализа, который определяется либо аппаратным методом, либо рассчитывается по концентрации мочевины до и после диализа;
- Длительность процедур лечения в неделю;
- Сосудистый доступ.

Ключевые показатели качества лечения осложнений:

- Гипертензия (систолическое артериальное давление (САД) до процедуры гемодиализа, диастолическое артериальное давление (ДАД) до процедуры гемодиализа);
- Анемия (гемоглобин, ферритин, коэффициент насыщения трансферрина железом (TSAT));
- Минерально-костные нарушения (паратгормон, кальций, фосфор).

В модели системы учитываются ограничения по бюджету, по фонду оплаты труда, требованиям национальных клинических рекомендаций, стандартам оказания медицинской помощи, тарифам и ряду других. Ограничения по ресурсам используются как в стоимостном, так и в натуральном исчислении.

Управлять системой и достигать поставленных целей можно варьированием значениями фактических показателей осложнений. Для этого мы предлагаем управлять мотивацией сотрудников с помощью премирования, а также другими варьируемыми параметрами. Значения ключевых показателей лечения процедурой гемодиализа и коррекции его осложнений будут зависеть от того, как работает медицинский персонал лечебных отделений (показатели оценки приведены в таблицах 1 и 2).

Коэффициенты значимости показателей и значимость критериев оптимизации определяются экспертами.

В настоящей работе использованы различные методологические подходы к исследованию сложных систем: системный, диалектический, функциональный, кибернетический, процессный. Применена оригинальная методика системного анализа, включающая процедуру целеполагания, исследование причинно-следственных связей на основе построения когнитивной карты в оригинальной зарегистрированной программной нотации, а также онтологической модели системы. Далее на основе методики сбалансированных показателей построена стратегическая карта службы контроля лечения. Применены методы объектно-ориентированного проектирования бизнес-процессов, на базе которых построены ландшафт и хореография процессов в программной нотации BPMN 2.0. В основе синтеза системы управления лежит методика и технология сервис ориентированных программно-технических

Таблица 1 — Ключевые показатели оценки качества процедуры гемодиализа

Показатель	Целевое значение	Вес показателя, %	Градация выполнения (по доле пациентов с целевым значением)		Результат
spKt/V	≥1,4	50	≥90% или рост на ≥10% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Полное	100%
			≥80 и <90% или рост на ≥ 5% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Частичное	50%
			< 80 % и рост < 5% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Не выполнено	0%
Длительность процедур лечения в неделю	>12 часов	30	≥95 %или рост на ≥10% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Полное	100%
			≥85 и <95 или рост на ≥5% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Частичное	50%
			<85<80 % и рост <5% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Не выполнено	0%
Сосудистый доступ	≥85% пациентов с артериовенозной фистулой	20	≥85%	Полное	100%
			≥75 и <85 или рост >5% по сравнению с предыдущим отчетным периодом	Частичное	50%
			<75%	Не выполнено	0%

Таблица 2 — Ключевые показатели качества лечения осложнений

Осложнение	Вес осложнения в %	Ключевые показатели	Целевое значение	Вес показателя, %	Градация выполнения (по доле пациентов с целевым значением)		Результат
Гипертензия	30	САД до гемодиализа	<140 мм рт. ст.	50	≥65	Полное	100%
					≥50 и <65	Частичное	50%
		ДАД до гемодиализа	<90 мм рт.ст.	50	<50	Не выполнено	0%
					≥85	Полное	100%
Анемия	40	Гемоглобин	100–120 г/л	70	≥60 и <80	Частичное	50%
					<60	Не выполнено	0%
					≥70%	Полное	100%
					≥55% и <70%	Частичное	50%
		Ферритин	200–500 мкг/мл	15	<55%	Не выполнено	0%
					≥45%	Полное	100%
					≥30% и <45%	Частичное	50%
					<30%	Не выполнено	0%
TSAT	20–30%	15	≥45%	Полное	100%		
			≥30% и <45%	Частичное	50%		
			<30%	Не выполнено	0%		
			≥70%	Полное	100%		
Минерально-костные нарушения	30	Паратгормон	150–800 пг/мл	40	≥50% и <70%	Частичное	50%
					<50%	Не выполнено	0%
					≥75%	Полное	100%
					≥70% и <75%	Частичное	50%
		Кальций	2,1–2,5 ммоль/л	30	<70%	Не выполнено	0%
					≥ 0%	Полное	100%
					≥35% и <50%	Частичное	50%
					<35%	Не выполнено	0%
Фосфор	0,87–1,5 ммоль/л	30	≥ 0%	Полное	100%		
			≥35% и <50%	Частичное	50%		
			<35%	Не выполнено	0%		
			≥ 0%	Полное	100%		

архитектур информационных систем. Диаграммы бизнес-процессов и соответствующие программные приложения реализованы с использованием CASE инструментов пакета Bizagi.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование и подготовка проекта реализации автоматизированной информационной системы контроля исполнения регламентов проводилось на базе медицинской компании «Нефросовет», включающей в себя более 40 отделений нефрологии и гемодиализа [1]).

В дальнейшем автоматизированная информационная система (АИС) контроля исполнения регламентов в медицинской организации (МО) должна быть интегрирована с информационно-аналитической системой управления ЛДП, системой «1С Зарплата» и «Управление персоналом», корпоративным и аналитическими хранилищами данных.

Одним из подходов формализованного представления АИС является построение онтологической модели, которая помогает эффективно сформулировать основные понятия и связи между ними (Рис. 1).

Система определяется главной целью, которая должна быть реализуема через конкретные действия. В свою очередь, конкретные действия обеспечиваются путем построения многоуровневой структуры целей («дерева целей»). Целеполагание — это процедура системного анализа, использующая функциональный подход к описанию системы. Для того, чтобы показать, достижением каких подцелей может быть достигнута главная цель, какие задачи должны решаться для достижения соответствующих подцелей, какие функции необходимо выполнять для решения поставленных задач, составлено «дерево целей» для реализации системы контроля исполнения регламентов в МО [2], представленная на рисунке 2.

Для исследования и анализа опосредованных взаимозависимостей множеств параметризованных элементов системы на основе составленного «дерева целей» и классификации данной системы управления строится когнитивная модель (когнитивная карта) в виде диаграммы причинно-следственных связей (ДПСС), которая позволяет выявить границы системы, факторы влияния надсистемы, усиливающие

и компенсирующие контуры по различным временным горизонтам управления, а также определить проблемообразующие элементы и контуры обратных связей, выявить и сформулировать соответствующие актуальные решаемые задачи.

Модель ДПСС системы разработана с использованием оригинальной программной нотации для построения системных диаграмм и концептуального моделирования (System Diagram Conceptual Modeler, SDCM) (Рис. 3).

Блоки на ДПСС системы контроля исполнения регламентов в МО — это агрегированные множества элементов. С позиций теории управления они могут быть следующих типов: V — элементы (параметры) возмущения, U — управления, C — состояния, Y1 — целевой (результатирующий) выход. На диаграмме знаками «+» отмечены усиливающие, а знаками «-» — уменьшающие (отрицательные) связи. Подробная легенда нотации SDCM приведена в описании программы [3].

Анализ диаграммы показывает, что задачами оперативного управления являются организация контроля актуальности данных, своевременное обновление и добавление необходимой информации. Задачами тактического управления являются улучшение качества лечения пациентов и повышение прибыли компании за счет инвестиций в разработку, повышения квалификации и улучшения качества исполнения работ медицинским персоналом (обучение персонала работе с регламентами, создание обучающих модулей, проведения занятий и др.), мотивации и управления зарплатой медицинского персонала (так называемые показатели «key performance indicator» или KPI), разумного повышения мощности оборудования и программного обеспечения (ПО), повышения квалификации разработчиков, создания новых аналитических витрин, а также совершенствование регламентов, улучшение их исполнения, совершенствование контроля исполнения и устранения причин невыполнения регламентов.

В результате анализа ДПСС можно сделать следующие выводы:

1. Целесообразно управлять уровнем проработки бизнес-процессов, приобретением необходимого ПО и технических средств, а также зарплатой медицинского персонала.

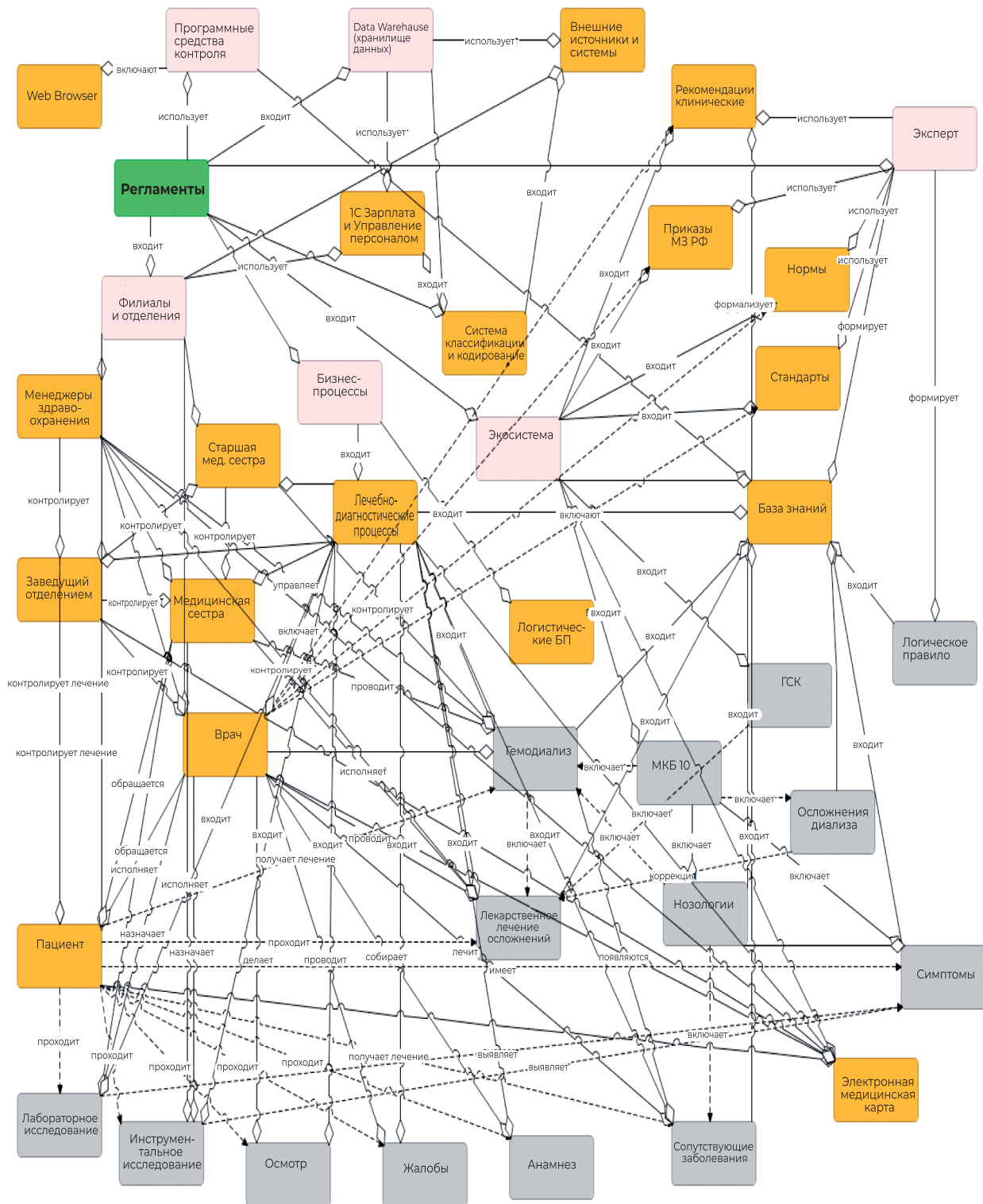


Рисунок 1 — Фрагмент онтологической модели автоматизированной информационной системы контроля исполнения регламентов в медицинской организации.

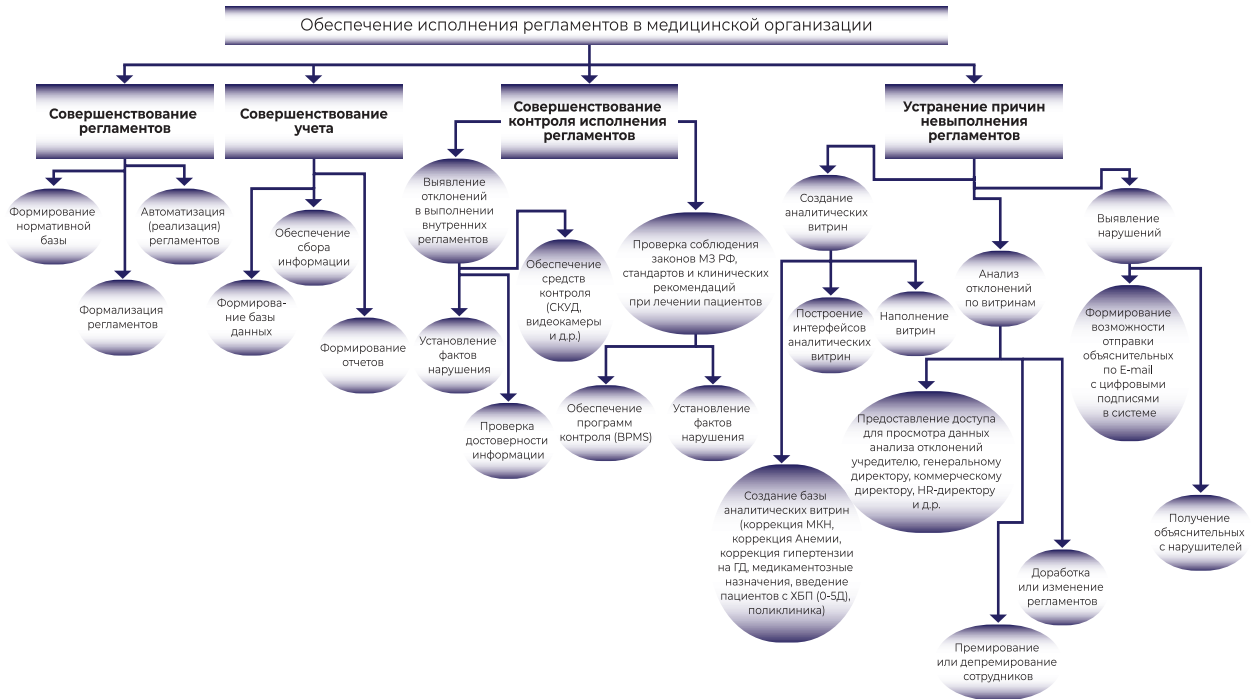


Рисунок 2 — Фрагмент схемы структуры целей автоматизированной информационной системы контроля исполнения регламентов в медицинской организации.

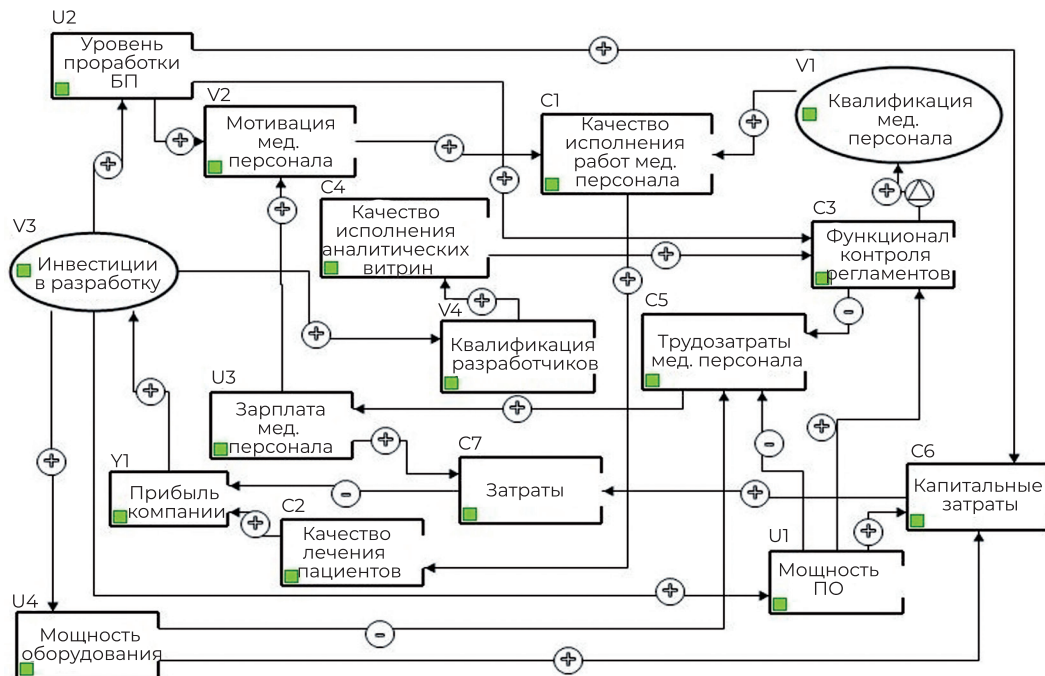


Рисунок 3 — Диаграмма причинно-следственных связей системы контроля исполнения регламентов в медицинской организации.

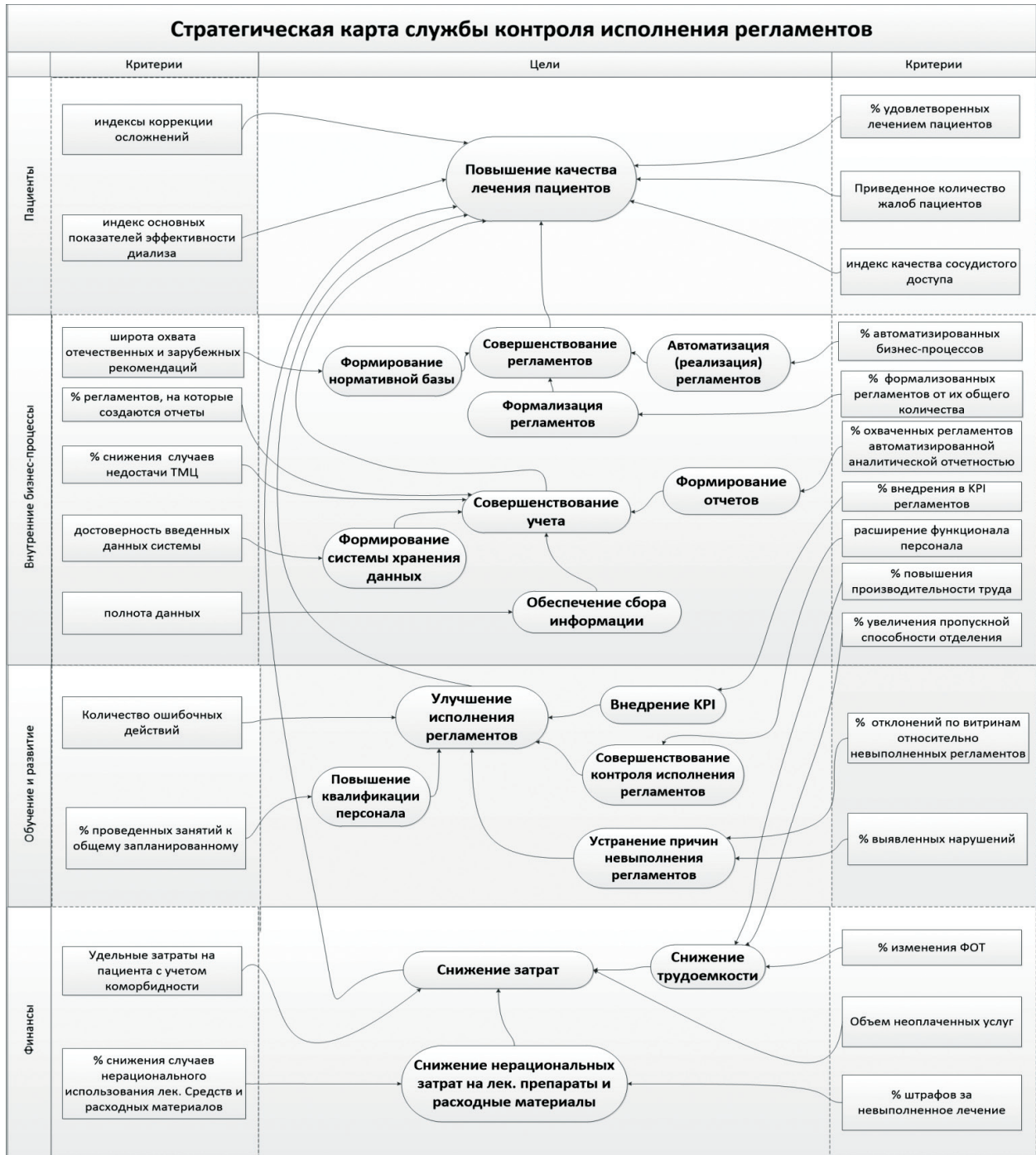


Рисунок 4 — Фрагмент стратегической карты автоматизированной информационной системы контроля исполнения регламентов.

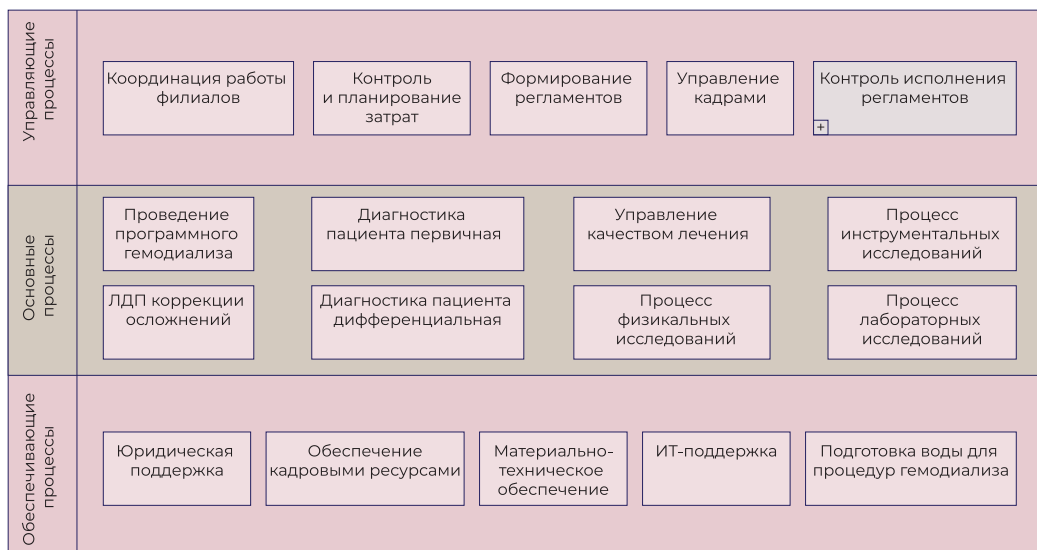


Рисунок 5 — Ландшафт процесса контроля исполнения регламентов в автоматизированной информационной системе медицинской организации.

2. На АИС будут оказывать существенное влияние квалификация и мотивация медицинского персонала, инвестиции в разработку и квалификация разработчиков.
3. Для осуществления контроля правильности работы системы в качестве промежуточных и конечных оценок будут использоваться качество исполнения работ медицинским персоналом, качество лечения пациентов, функционал контроля регламентов, качество исполнения аналитических витрин, трудозатраты медицинского персонала и капитальные затраты.

Для повышения эффективности работы АИС необходимо повысить квалификацию медицинского персонала, ему потребуется обучение, после которого сотрудники смогут правильнее выполнять регламенты ЛДП, что со временем улучшит не только качество лечения пациентов, но и повысит доходы компании.

Разработка стратегической карты [4] является полезным управленческим инструментом для систематизации целей, разработки критериев оценки их достижения в различных аспектах управления (финансовом, процессном, клиентском и развития) и, как следствие, конкретной (в том числе математической) постановки актуальных

задач. Стратегическая карта управления дает возможность комплексного менеджмента в отделе и компании. Каждый критерий рассчитывается по конкретной формуле, на основе которой мы производим оценку ЛДП и других процессов в деятельности отделения и компании в целом. При реализации системы мы должны так спроектировать и организовать бизнес-процессы, чтобы получать информацию о параметрах, которые используются в критериях.

Проектирование бизнес-процессов начинаем с представления ландшафта процессов в системе управления, в которой проектируемые бизнес-процессы взаимодействуют между собой и с другими процессами, окружающими их. Ландшафт в рассматриваемом контексте — это окружение проектируемых автоматизированных бизнес-процессов в системе управления [5]. Ландшафт процессов контроля исполнения регламентов в системе управления сетевой МО, основным видом деятельности которой является плановый гемодиализ и коррекция осложненной терминальной стадии хронической болезни почек (ХБП 5Д), приведён на рисунке 5. На схеме знаком «+» выделен бизнес-процесс «Контроль исполнения регламентов», который подлежит последующей декомпозиции хореографии и

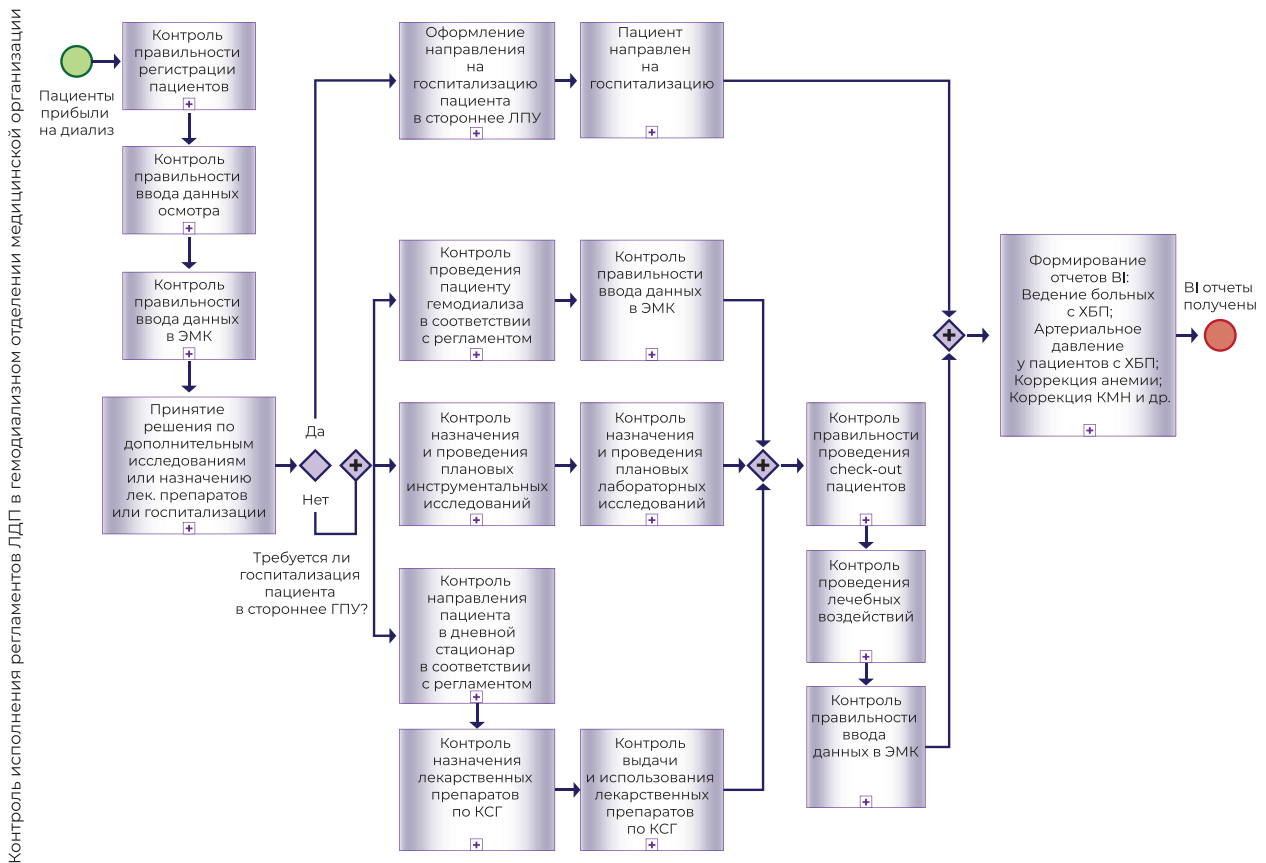


Рисунок 6 — Хореография процесса контроля исполнения регламентов лечебно-диагностических процессов в отделении гемодиализа медицинской организации.

оркестровке подпроцессов и функций в нотации BPMN 2.0.

Процесс «Контроль исполнения регламентов ЛДП в отделении гемодиализа МО» приведён на диаграмме хореографии (рисунок 6). Оценка достижения целей вышеуказанного процесса производится по следующим критериям: индекс коррекции гипертензии, индекс коррекции анемии, индекс коррекции костно-минеральных нарушений, комплексный индекс коррекции всех осложнений.

При этом управлять системой или достигать поставленных целей мы считаем

целесообразным с помощью изменения значения фактических показателей осложнений с помощью управления мотивацией сотрудников (премирование), а также, возможно, и другими параметрами. Целевые показатели при этом будут зависеть от качества работы медицинского персонала.

Программно-техническая архитектура предлагаемой системы управления, как концепция реализации, согласно которой взаимодействуют компоненты в проекте АИС контроля исполнения регламентов в компании, приведена на рисунке 7.

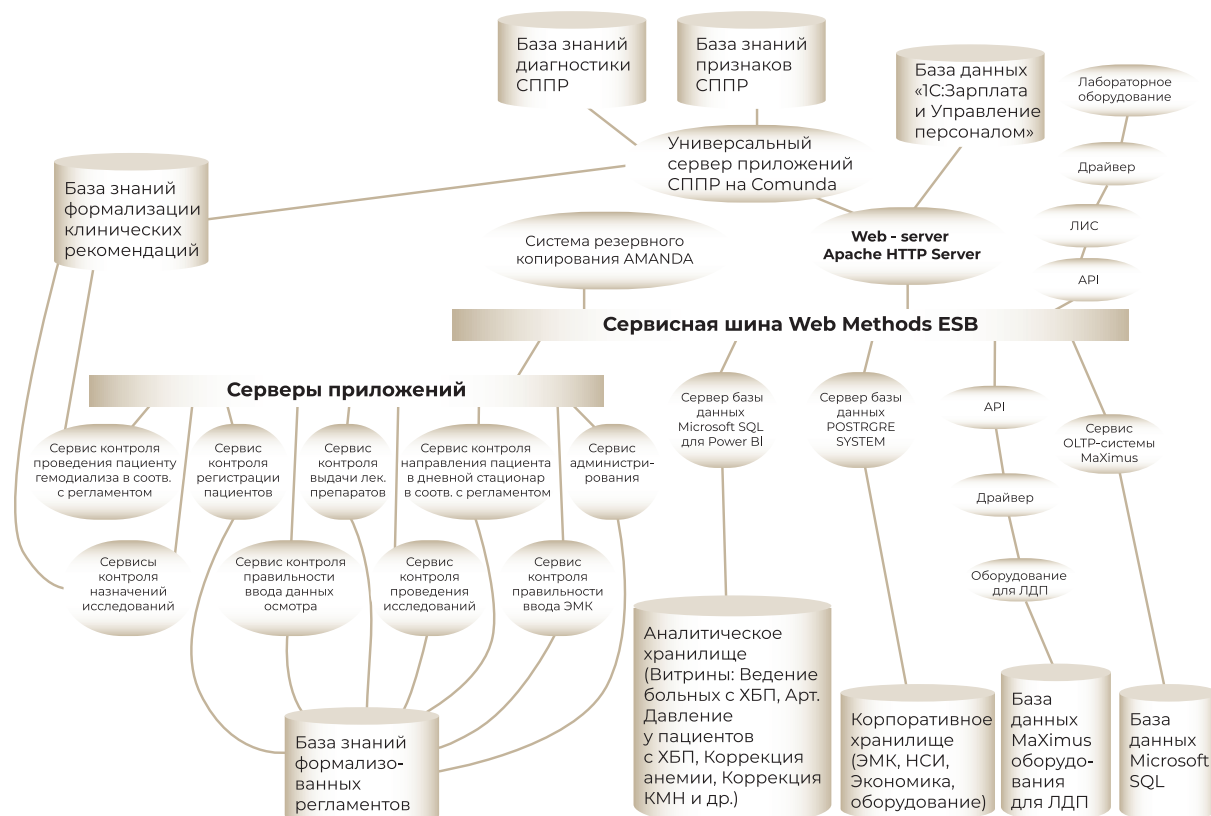


Рисунок 7 — Программно-техническая архитектура автоматизированной информационной системы медицинской организации.

В АИС широко используется система поддержки принятия решений (СППР) для диагностики и выработки рекомендаций лечению в области нефрологии, гемодиализа и осложнений ХБП 5Д. На схеме архитектуры АИС это находит отражение в виде серверов приложений и баз знаний (БЗ), которые используются в том числе в подсистеме контроля исполнения регламентов. Более подробно о СППР и БЗ данной АИС можно ознакомиться в публикациях, цитируемых в данной статье.

Выводы

Предложенная методика исследования и проектирования АИС на примере бизнес-процесса контроля исполнения регламентов в отделении нефрологии и гемодиализа в сетевой МО и её внедрение позволят эффективно контролировать исполнение регламентов в медицинской компании, повысить качество лечения пациентов, эффективно мотивировать

сотрудников МО на достижение лучших результатов деятельности и увеличить прибыль МО в целом.

Для достижения поставленных целей для отделения нефрологии и гемодиализа на основе проведённого системного анализа мы посчитали целесообразным наряду с другими выявленными актуальными параметрами в первую очередь управлять системой с помощью изменения следующих основных показателей оценки качества лечения (Kt/V, длительность процедур лечения в неделю, качество сосудистого доступа), а также ключевых показателей качества лечения (гипертензии, анемии, костно-минеральных нарушений). В качестве управления используются параметры мотивации медицинского персонала. Целевые показатели качества лечения будут зависеть от исполнения регламентов работы персоналом отделений компании.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Галченков А.С., Новицкий В.О., Кондратьев Е.А. Сервисы поддержки принятия решений по диагностике и лечению заболеваний и их практическое применение на примере ХБП 5Д // Врач и информационные технологии. — 2020. — №1. — С.45-51. [Galchenkov AS, Novickij VO, Kondrat'ev EA. Servisy podderzhki prinyatiya reshenij po diagnostike i lecheniyu zabolevanij i ih prakticheskoe primenenie na primere HBP 5D. Vrach i informacionnye tekhnologii. 2020; 1: 45-51. (In Russ).]
2. Новицкий В.О. Постановка задачи и описание системы поддержки принятия решений для управления лечебно-диагностическим процессом на примере отделений нефрологии и гемодиализ // Врач и информационные технологии. — 2013. — №2. — С.16-21. [Novickij VO. Postanovka zadachi i opisaniye sistemy podderzhki prinyatiya reshenij dlya upravleniya lechebno-diagnosticheskim processom na primere otdelenij nefrologii i gemodializ / Vrach i informacionnye tekhnologii. 2013; 2: 16-21. (In Russ).]
3. Новицкий В.О., Карпов В.И. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2010616113 РФ. System Diagram and Conceptual Modeler (SDCM). № 2010613330. Заяв. 09.06.2010. Зарегистрировано 16.09.2010. [Novickij VO, Karpov VI. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlya EVM № 2010616113 RF. System Diagram and Conceptual Modeler (SDCM). № 2010613330. Zayav. 09.06.2010. Zaregistrirvano 16.09.2010. (In Russ).]
4. Кокинз Г. Управление результативностью: Как преодолеть разрыв между стратегией и реальными процессами / Пер.с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. — 315 с. [Kokinz G. Upravlenie rezul'tativnost'yu: Kak preodolet' razryv mezhdru strategiej i real'nymi processami. Per.s angl. M.: Al'pina Biznes Buks, 2007. 315 p. (In Russ).]
5. Самуйлов К.Е., Чукарин А.В., Яркина Н.В. Бизнес-процессы и информационные технологии в управлении телекоммуникационными компаниями. — М.: Альпина Паблшерз, 2009. — 442 с. [Samujlov KE, CHukarin AV, YArkina NV. Biznes-processy i informacionnye tekhnologii v upravlenii telekommunikacionnymi kompaniyami. M.: Al'pina Pablishez, 2009. 442 p. (In Russ).]