

DOI 10.35264/1996-2274-2019-3-100-112

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ТИПОВОГО МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛЕЧЕБНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Э.Г. Мальцев, ст. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, malcev59@mail.ru

С.Л. Собакин, нач. службы ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. ак. Н.Н. Бурденко», канд. техн. наук, mr_sobakin@mail.ru

Рецензент: В.Н. Троян

Рассмотрен лечебно-диагностический процесс, его задачи, параметры, критерии оценки. Определены базовые медицинские технологии, используемые при оказании медицинской помощи больным. Показано, что повышение эффективности лечебно-диагностического процесса достигается на основе использования современных информационных технологий и интеллектуальных систем. Сформулирована задача оптимизации лечебно-диагностического процесса, определены критерии эффективности применения интеллектуальных систем по основным направлениям оказания медицинской помощи. Установлены основные методические подходы к использованию интеллектуальных систем в лечебно-диагностическом процессе многопрофильного лечебного учреждения, определены показатели эффективности функционирования многопрофильного лечебного учреждения. Показана практическая значимость применения современных информационных технологий и интеллектуальных систем в лечебно-диагностическом процессе.

Ключевые слова: лечебно-диагностический процесс, медицинские технологии, качество оказания медицинской помощи, медицинская информационная система, информационная технология, интеллектуальная система, система поддержки принятия решений.

THE USE OF INTELLIGENT SYSTEMS IN THE TREATMENT AND DIAGNOSTIC PROCESS OF A TYPICAL MULTIDISCIPLINARY MEDICAL INSTITUTION

E.G. Maltsev, Senior Researcher, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, malcev59@mail.ru

S.L. Sobakin, Head of Service, FSBI «Main military clinical hospital Named after Academician N.N. Burdenko», Doctor of Engineering, mr_sobakin@mail.ru

The treatment and diagnostic process, its tasks, parameters, evaluation criteria are considered. The basic medical technologies used in the provision of medical care to patients are defined. It is shown that increasing the efficiency of the treatment and diagnostic process is achieved through the use of modern information technologies and intelligent systems. The problem of optimization of medical and diagnostic process is formulated, criteria of efficiency of application of intellectual systems in the main directions of rendering medical care are defined. Set the main methodological approaches to the use of intelligent systems in the medical diagnostic process multidisciplinary medical institution, defined the performance indicators for multidisciplinary hospitals. The practical significance of the application of modern information technologies and intelligent systems in the treatment and diagnostic process is shown.

Keywords: medical diagnostic process, medical technologies, quality of medical care, medical information system, information technology, intelligent system, decision support system.

В настоящее время задача повышения качества оказываемой медицинской помощи и жизни населения в целом является одной из наиболее сложных и значимых. Основные показатели здоровья нации (такие как средняя продолжительность жизни населения, стоимость медицинского обслуживания) напрямую связаны не только с факторами социального характера (удорожание лечения из-за внедрения новых технологий, недостаточное финансирование отрасли, увеличение количества заболеваний и др.), но и с качеством оказываемой медицинской помощи. Повышение эффективности использования ресурсов здравоохранения за счет внедрения современных информационных технологий, а также повышение доступности и качества медицинской помощи, оказываемой населению в целом, является глобальной тенденцией развития электронного здравоохранения в мире.

Современный этап развития информатизации здравоохранения характеризуется полномасштабным внедрением в деятельность медицинских организаций информационных систем, охватывающих практически все стороны их деятельности, включая управление ресурсами, управление лечебным процессом и оказание медицинской помощи. Также важная особенность современного этапа – неуклонное развитие сети Интернет в Российской Федерации. Эта сеть оказывает все большее влияние на все сферы деятельности государства, жизни общества и каждого отдельного гражданина и находится под постоянным наблюдением руководства страны, а здравоохранение является важнейшим направлением, где Интернет имеет серьезное значение. Эти два фактора позволяют определить важнейшие направления развития информационных технологий с применением возможностей Интернета в здравоохранении, одно из которых – внедрение систем искусственного интеллекта [1]. Практические приложения искусственного интеллекта становятся более удобными, доступными в массовом применении [2]. Во многих отраслях применение интеллектуальных систем обеспечивает системную оптимизацию, полный цикл автоматизированного управления [3].

В медицинской практике неуклонно возрастает значение информационного обеспечения различных медицинских технологий, так как именно в этой области необходимы систематизация, хранение и обмен электронными историями болезни между территориально разнесенными пунктами для подбора максимально эффективной интенсивности терапии.

Методология исследования

При проведении исследования был проведен анализ лечебно-диагностического процесса (ЛДП), выделены его основные параметры, определены диагностические, лечебные, тактические задачи, которые при реализации ЛДП решает медицинский персонал. Рассмотрены критерии эффективности ЛДП и сформулирована задача оптимизации ЛДП. В ходе исследования определены базовые средства оптимизации ЛДП. Для решения поставленных задач был использован комплексный подход.

Анализ проведенных исследований показал, что ЛДП представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, проводимых должностными лицами управления многопрофильного лечебного учреждения (МЛУ), персоналом лечебных и диагностических отделений, имеющих целью восстановление здоровья пациентов [4].

ЛДП определяют следующие основные параметры:

- объективные возможности организованного процесса лечения больных, который обеспечивается современным состоянием медицинской науки и техники;
- организация контроля со стороны руководства МЛУ за ходом и состоянием ЛДП;
- уровень работы служб, обеспечивающих лечебный процесс;
- уровень современного состояния диагностики заболеваний;
- планирование и контроль проведения специалистами исследований и консультаций в ходе обследования и лечения больных;
- информационное обеспечение лечебного процесса (сведения о лекарственных препаратах, медицинская литература), организация статистической обработки результатов медико-биологических исследований.

Клиническую практику в МЛУ можно представить как сеть последовательно-параллельных выполняемых действий медицинского персонала, имеющую комплекс целевых функций, этапность, содержание и определенную последовательность [3].

При реализации ЛДП медицинский персонал решает типовые задачи: диагностические, лечебные, тактические, они же являются основными элементами ЛДП.

Диагностические задачи включают:

- установление нозологического диагноза;
- диагностику текущего состояния организма – так называемый функциональный диагноз;
- анализ и оценку динамики состояния пациента;
- прогноз развития патологического процесса и исхода заболевания.

Лечебные задачи объединяют:

- принятие решений о медикаментозной терапии с учетом индивидуальных особенностей пациента и выявленных патологических состояний;
- лечение с использованием медицинских приборов;
- оценку результатов лечебного воздействия;
- внесение корректив в лечебный процесс в зависимости от изменения состояния пациента.

Тактические задачи связаны с принятием решения:

- по проведению диагностического поиска;
- по продолжению лечения в данном отделении;
- о переводе больного в другое отделение или лечебное учреждение;
- по приглашению на консультацию врачей других специальностей;
- о выписке пациента из стационара и т. п.

Показателями эффективности функционирования МЛУ являются [4]:

- снижение среднего койко-дня в МЛУ;
- снижение объемов необоснованных направлений на исследования;
- повышение эффективности использования коечного фонда;
- увеличение пропускной способности высокотехнологичного оборудования;
- уменьшение временных затрат медицинского персонала на заполнение учетно-отчетной документации.

Одним из подходов при автоматизации ЛДП являются разработка и внедрение в деятельность МЛУ медицинской информационно-справочной системы (МИСС), представляющей собой интегрированную систему, обеспечивающую весь ЛДП как реализацию комплексного технологического процесса врачебной деятельности.

Реализация и функционирование МИСС должны осуществляться на следующих основных принципах:

- обеспечение целостного ЛДП в многопрофильном лечебном учреждении;
- реализация системного и комплексного подхода;
- информативность системы;
- открытость системы;
- использование медицинских знаний;
- активное информирование больного о процессе лечения.

ЛДП должен рассматриваться как определенная последовательная совокупность медицинских технологий, используемых при лечении больного и обеспечении всего процесса – от поступления больного и до завершения его лечения. При разработке и реализации МИСС учитывается многосвязность ЛДП и его составных компонентов. Главным объектом ЛДП является больной и состояние его здоровья, а основным субъектом – лечащий врач.

При переходе к электронной истории болезни потребуется постепенная замена медицинских документов электронными аналогами. При этом требуется, с одной стороны, соблю-

дать известную преимуществом их формы и содержания, с другой – проводить такие изменения, которые позволят обеспечить более эффективную компьютерную обработку их содержания.

Система должна быть интероперабельной с другими подобными системами, обладать мобильностью по отношению к различным платформам. В МИСС обязательно должны использоваться как медицинские знания, так и средства их выявления (формирования), обработки и анализа, поиска закономерностей (симптомо-синдромной зависимости).

При создании МИСС должны быть разработаны и включены в ее состав средства визуализации медико-биологических данных больного, прогностических данных и графиков течения заболевания, схем обследования и лечения.

По своему назначению МИСС должна обеспечить решение следующих функциональных задач:

- организация автоматизированного сбора, обработки и выдачи медико-биологических данных;
- организация электронного документооборота;
- информационная поддержка принятия врачебных решений;
- обеспечение единого информационного пространства;
- создание и сопровождение базы данных (БД) о больных;
- создание и сопровождение баз медицинских знаний;
- обеспечение контроля своевременности, полноты и качества обследования и лечения больного;
- учет лекарственных препаратов и обеспечение ими;
- организация лечебного питания;
- обеспечение использования прикладных медицинских программ при реализации медицинских технологий.

Состав типовых функциональных подсистем МИСС представлен следующим образом:

- лечебно-диагностический процесс в кочном отделении;
- лечебно-диагностический процесс в реанимационном отделении;
- проведение функционально-диагностических исследований;
- проведение лабораторных исследований;
- проведение рентгенологических исследований;
- обеспечение лекарственными препаратами;
- заготовка и переливание крови;
- лечебное питание;
- медицинское снабжение;
- финансовое обеспечение;
- бюро пропусков;
- учет движения больных и медицинская статистика;
- анализ лечебно-диагностического процесса;
- отдел кадров.

Анализ используемых в медицинской практике медицинских технологий ЛДП показал, что медицинская технология – это раздел социальной технологии. Предметом медицинской технологии являются медицинские технологические процессы. Исходя из положений общей теории технологии основными задачами медицинской технологии являются [5]:

- проектирование медицинских технологических процессов;
- нормирование медицинских технологических процессов;
- оптимизация моделей медицинских технологических процессов, например с точки зрения уменьшения расходов на их реализацию;
- метрологическое обеспечение медицинских технологических процессов;
- контроль за соблюдением технологических режимов ЛДП;

- экспертиза качества медицинской помощи;
- исследование эффективности медицинской помощи;
- анализ влияния инфраструктуры трудового процесса в лечебном учреждении на медицинские технологические процессы.

В свою очередь, проектирование медицинских технологических процессов является самостоятельным разделом клинической медицины. Медицинский технологический процесс – это система взаимосвязанных необходимых и достаточных научно обоснованных лечебно-диагностических мероприятий, выполнение которых позволяет наиболее рациональным образом провести лечение и обеспечить достижение максимального соответствия научно прогнозируемых результатов реальным при минимизации затрат.

Медицинские технологии можно сгруппировать в соответствии с их медицинскими целями.

- профилактика: предназначена для защиты от болезней путем предупреждения возникновения, снижения риска заболеваний, борьбы с их распространением и последствиями;
- скрининг: нацелен на выявление болезней и связанных с ними факторов риска у людей без признаков заболеваний;
- диагностика: имеет целью выявить причины, характер и тяжесть заболевания конкретного человека;
- лечение: направлено на улучшение или сохранение клинического состояния больного, предупреждение дальнейшего ухудшения или достижение временного облегчения;
- реабилитация: предназначена для восстановления, сохранения или улучшения физического или умственного состояния и благополучия больного.

Состав медицинских технологий ЛДП представляется следующим образом: медицинские технологии, реализуемые в ходе лечебно-диагностического процесса, и медицинские технологии, реализуемые при обеспечении лечебно-диагностического процесса.

Медицинские технологии, реализуемые в ходе лечебно-диагностического процесса:

- формирование первичных данных при поступлении больного;
- формирование плана обследования больного врачом;
- формирование предварительного диагноза заболевания больного;
- формирование плана оптимального диагностического обследования;
- формирование плана консультаций;
- формирование заключения о проведенных исследованиях;
- формирование окончательного диагноза;
- прогнозирование тяжести течения и осложнений заболевания;
- формирование плана лечения больного;
- контроль течения заболевания и лечения;
- анализ результатов лечения больного;
- формирование выписного (переводного) эпикриза;
- планирование и контроль проведения исследований и консультаций;
- статистический учет дефектов в оказании медицинской помощи;
- проведение медико-статистического анализа результатов профилактической и лечебно-диагностической работы.

Медицинские технологии, реализуемые при обеспечении лечебно-диагностического процесса:

- обеспечение и учет расходных материалов;
- обеспечение коечных отделений лекарственными препаратами, учет их расходования;
- организация лечебного питания;
- обеспечение донорской кровью, ее компонентами и кровезаменителями.

Показателями эффективности лечебного процесса МЛУ являются: сокращение сроков пребывания больных в МЛУ, снижение летальности, числа расхождений патологоанатоми-

ческого и клинического диагнозов, увеличение количества исходов лечения с выздоровлением и улучшением и т. д. Повышение эффективности ЛДП представляется на основе расширения функциональных возможностей МИСС путем использования интеллектуальных систем. Таким образом, формализованное представление задачи оптимизации ЛДП можно представить следующим образом.

Дано:

1. ЛДП – комплекс взаимосвязанных мероприятий, проводимых должностными лицами управления ВГ, персоналом лечебных и диагностических отделений, имеющих целью восстановление здоровья проходящих лечение больных.

ЛДП определяется совокупностью медицинских технологий, используемых при выполнении различных схем обследования, диагностики и лечения в ходе ЛДП.

$$L(t) = \{C_{\text{хоб}}(t), C_{\text{хд}}(t), C_{\text{хл}}(t), C_{\text{хос}}(t)\},$$

$$t \rightarrow t_{\text{л}};$$

где: $L(t)$ – лечебно-диагностический процесс; t – длительность лечения больного; $t_{\text{л}}$ – нормативная (среднестатистическая) длительность лечения основного заболевания; $C_{\text{хоб}}(t)$ – (схема обследования) = {диагностика, консультации}; $C_{\text{хд}}(t)$ – (схемы диагностики) = {лабораторные, функционально-диагностические, нейрофункциональные и рентгенологические исследования}; $C_{\text{хл}}(t)$ – (схемы лечения) = {медикаментозное лечение, физиотерапевтическое лечение, радиологическое лечение, хирургические операции}; $C_{\text{хос}}(t)$ – (схемы оценки состояния больного) = {контроль течения заболевания, контроль лечения заболевания, прогнозирование течения и исхода заболевания, контроль своевременности и полноты оказания медицинской помощи}.

Параметры ЛДП:

- сроки пребывания больных в МЛУ;
- число расхождений патологического и клинического диагнозов;
- летальность;
- количество исходов лечения с выздоровлением и улучшением.

2. Пациент как объект ЛДП, где состояние больного характеризуется показателями – параметрами:

$$S_{\text{б}}(t) = \{P_i\},$$

где: $S_{\text{б}}$ – состояние больного; P_i – показатель состояния больного ($i = 1, \dots, n$); n – число параметров.

3. Медицинские технологии – последовательность формализованных и творческих действий медицинского персонала в ходе ЛДП. Медицинские технологии ($M_{\text{т}}$) реализуют множество схем лечения и диагностики в соответствии с существующими нормативными требованиями:

$$M_{\text{т}} = \{\text{специалисты, оборудование, материалы, нормативно-методическое обеспечение}\}.$$

4. Критерии оценки состояния, диагностики, обследования, лечения больного ($K_{\text{оц}}$):

$K_{\text{оц}} = \{\text{полнота обследования, лечения, сроки постановки диагноза, прогноз, расхождения диагноза}\}.$

Требуется:

На основе применения информационных технологий и интеллектуальных систем в ЛДП обеспечить повышение эффективности лечебного процесса МЛУ (сокращение сроков пребывания больных в МЛУ, снижение летальности, числа расхождений патологоанатомиче-

ского и клинического диагнозов, увеличение количества исходов лечения с выздоровлением и улучшением и т.д.). При этом состояние выздоровления или улучшения больного характеризуется:

$$S_H(t) = \{P_j\},$$

где: S_H – состояние больного при выписке; P_j – показатель состояния больного, близкий к норме ($j = 1, \dots, n$).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод: для реализации процессов поддержки принятия врачебных решений на всех этапах ЛДП при выполнении медицинских технологий требуется использовать интеллектуальные средства: медицинские базы знаний, интеллектуальную обработку данных, экспертные системы, программы, учитывающие накопленный врачебный опыт обследования больных, дифференциальной диагностики, прогнозирования течения заболевания и лечения больных.

Интеллектуальные средства обеспечивают качественный сбор полной медицинской информации о больном во время опроса, осмотра и обследования пациента, формирования схем лечения и прогнозирования течения заболевания; совершенствование врачебного мышления, прежде всего при работе с обобщающими врачебными понятиями – симптомами, симптомокомплексами, клиническими синдромами.

На основе собранных данных о больном на всех этапах ЛДП автоматизированным способом формируются медицинские документы на языке, близком к естественному для лечащего врача.

В результате проведения сравнительного анализа методов поддержки принятия решений для задач вышеописанного класса медицинских технологий наиболее приемлемым подходом является применение искусственных нейрноподобных сетей (НС). Данный выбор обусловлен следующими факторами, позволяющими использовать НС в составе МИСС для поддержки принятия решений в ходе ЛДП:

- способность анализировать информацию (в частности, определять важность и информативность медико-биологических данных), возможность оптимизации различных диагностических технологий (отказ во многих случаях от дорогостоящего и ненужного обследования), а также технологии разработки медико-экономических стандартов;
- большая гибкость и быстрая адаптация (обучение на локальных данных) при переносе из одного лечебного учреждения в другое;
- динамичное развитие в процессе использования – с накоплением опыта многих специалистов и/или при обучении на реальном фактическом материале;
- работа в условиях недостатка информации, при переработывании информации любого типа, вплоть до субъективных определений; обладая большим быстродействием, НС могут использоваться в системах реального времени.

Среди специализированных систем, основанных на знаниях, наиболее значимы для использования при автоматизации ЛДП экспертные системы (ЭС) реального времени, или динамические экспертные системы. Использование ЭС направлено на автоматизацию деятельности медицинского персонала в процессе диагностики заболевания и лечения больных, сокращение сроков и улучшение качества обучения и становления молодых специалистов. Медицинские ЭС позволяют врачу не только проверять собственные диагностические предположения, но и дают возможность обращаться к системе за консультацией в сложных клинических случаях, когда необходим анализ большого объема симптомов пациентов.

Использование интеллектуально-вопросной системы в ходе ЛДП обеспечивает врачу:

- полноту сбора медицинских данных о больных на различных этапах обследования и лечения в стационаре в диалоговом режиме;

- контроль точности вводимых данных (как по границам значений формализованных параметров, так и по точности орфографии текстовых фрагментов опросника);
- исключение случаев повторного задавания одних и тех же вопросов, а также таких вопросов, которые не соответствуют логике ответов на предшествующие вопросы;
- оперативность нахождения и входа в любой раздел опросника;
- сохранение собранных сведений о пациентах в БД в виде формализованной истории болезни, поэтапно заполняемой (электронная форма истории болезни);
- быстрое нахождение в базе медицинских данных сведений о конкретном больном по признакам;
- ведение каталога лечившихся больных с выводением для визуального контроля параметров больного по желанию врача;
- автоматизированное заполнение истории болезни;
- обращение к медицинским справочникам.

Интеллектуальный анализ данных (ИАД) и система распознавания образов являются средствами аналитической обработки данных и поиска закономерностей. В медицинской системе они необходимы для классификации медицинских данных в БД, их обобщения для ретроспективного анализа и составления прогнозов состояния ЛДП. ИАД следует использовать для оперативной выборки информации о наличии (размещении) требуемых медицинских материалов и препаратов, их качественном состоянии и прогнозировании расхода.

Вместе с тем существующие системы поддержки принятия решений в медицине имеют определенные недостатки при оказании персонифицированной медицинской помощи пациентам на основе онтологий и компьютерных средств представления знаний [5]:

- не поддерживается в необходимом объеме семантика медицинских данных. Системы, основанные на жестких правилах, не способны обеспечить поддержку всего комплекса взаимосвязанных медицинских знаний, необходимых для принятия решения и формирования плана лечения пациента;
- изолированность от других медицинских систем, используемых в клинической практике. Системы поддержки принятия решений разрабатываются для медицинских специалистов в отдельно взятой предметной области. При этом большая их часть применяется изолированно от других медицинских систем и не использует данные пациентов;
- посредственная эргономика и удобство системы для пользователя;
- интерфейс большинства систем поддержки принятия решений неудобен для пользователя либо требует значительного времени на ввод информации о пациенте;
- отсутствие возможности настройки системы для использования в другой предметной области. Системы поддержки принятия решений разрабатываются для медицинских специалистов в отдельно взятой предметной области, и их невозможно адаптировать к использованию в другой области без перепрограммирования.

В ходе проведения исследования определен состав интеллектуальных средств, обеспечивающих информационную поддержку деятельности медицинского персонала МЛУ при проведении ЛДП, который определяется исходя из функциональных обязанностей медицинского персонала (прежде всего лечащих врачей) и руководства МЛУ, направленных на эффективное излечение больных. Состав интеллектуальных средств, предлагаемых для использования в МИСС, следующий [4]:

- интеллектуальная вопросно-ответная система;
- система распознавания образов;
- интеллектуальный интерфейс;
- интеллектуальный анализ данных;
- нейронные сети;
- интеллектуальные пакеты прикладных программ;
- экспертные системы.

Интеллектуальные средства поддержки ЛДП можно характеризовать по следующим взаимосвязанным аспектам:

- функциональные области применения;
- форма реализации;
- средства реализации;
- взаимодействие с БД;
- представление информации в БЗ.

Функциональные области применения интеллектуальных средств определяются содержанием ЛДП и медицинскими технологиями, используемыми в практической врачебной деятельности МЛУ, и включают:

- диагностику заболеваний;
- прогнозирование состояний;
- психодиагностику;
- функциональную диагностику;
- анализ медицинских изображений;
- определение состояния органов (функциональное и физиологическое);
- анализ хода ЛДП и его результатов;
- ведение истории болезни.

Реализация интеллектуальных средств возможна в различных формах:

- логический опросник;
- консультативно-диагностическая система;
- система прогнозирования;
- контроль течения заболевания;
- мониторинговая система;
- компьютерный анализ крови;
- система оценки риска возникновения состояний;
- экспертно-аналитическая система.

База знаний интеллектуальных средств включает:

- описание алгоритмов врачебного обследования больных;
- описание алгоритмов дифференциальной диагностики, состояний и заболеваний;
- описание алгоритмов прогнозирования тяжести течения и осложнений заболеваний;
- описание алгоритмов выбора тактики лечения больного;
- описание алгоритмов контроля состояния больного;
- лечебные и тактические методики;
- симптомо-синдромное описание заболеваний.

База данных интеллектуальных средств включает:

- результаты врачебного, лабораторного, функционального, рентгенологического обследования;
- данные динамического наблюдения;
- клинические показатели состояния больного;
- классификацию болезней, клинических признаков, симптомов, синдромов;
- сведения о болезнях;
- описание медикаментов и немедикаментозных средств;
- нормативно-справочную информацию.

Результаты исследования показали, что основными функциональными возможностями применения интеллектуальных средств в ЛДП являются [7–10]:

- описание в формализованном виде в компьютерной форме клинических ситуаций в терминах онтологий;
- описание клинических рекомендаций, стандартов и методик лечения заболеваний терминах используемой онтологии (т.е. в форме семантической сети понятий и отношений между ними);

– формирование рекомендаций для создания персонального плана лечения пациента на основе первичной информации о нем (диагноз, симптомы заболевания, жалобы пациента, результаты анализов и обследований);

– доступ к клиническим рекомендациям посредством веб-сервиса;

– интерфейсы API для интеграции с внешними информационными системами (системами управления данными клинических исследований).

Схема применения интеллектуальных средств поддержки ЛДП представляется следующим образом (табл. 1–5).

Результаты

Ожидаемыми результатами решения поставленной задачи по оптимизации ЛДП типового МЛУ с использованием интеллектуальных систем являются повышение эффективности оказания медицинской помощи больным и улучшение показателей проведения ЛДП:

– своевременная постановка более точного и полного диагноза;

– включение в клиническую деятельность врача прогноза течения заболевания;

– многоплановость контроля состояния больного и течения его болезни с обеспечением своевременной коррекции плана лечения.

Таблица 1

Функциональная подсистема	Интеллектуальные средства
Блок приемного отделения	
Лечебно-диагностический процесс в приемном отделении	Интеллектуальная вопросно-ответная система Нейронные сети
Учет движения больных и медицинская статистика	Интеллектуальный интерфейс Интеллектуальный анализ данных
Организация лечебного питания	Интеллектуальный интерфейс
Проведение лабораторных исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система Нейронные сети Система распознавания образов
Назначение лабораторных и функционально-диагностических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система
Назначение рентгенологических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система
Обеспечение лекарственными препаратами	Интеллектуальная вопросно-ответная система Интеллектуальный анализ данных
Анализ работы отделения	Интеллектуальный анализ данных

Таблица 2

Функциональная подсистема	Интеллектуальные средства
Блок коечного отделения	
Лечебно-диагностический процесс в коечном отделении	Интеллектуальная вопросно-ответная система Нейронные сети
Назначение лабораторных и функционально-диагностических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система
Назначение рентгенологических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система
Учет движения больных и медицинская статистика	Интеллектуальный интерфейс Интеллектуальный анализ данных
Организация лечебного питания	Интеллектуальный интерфейс
Обеспечение лекарственными препаратами	Интеллектуальная вопросно-ответная система Интеллектуальный анализ данных

Таблица 3

Функциональная подсистема	Интеллектуальные средства
Блок реанимационного отделения	
Лечебно-диагностический процесс в реанимационном отделении	Интеллектуальная вопросно-ответная система Нейронные сети
Мониторинг состояния больного	Интеллектуальный интерфейс Система распознавания образов
Назначение лабораторных и функционально-диагностических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система
Назначение рентгенологических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система
Учет движения больных и медицинская статистика	Интеллектуальный интерфейс Интеллектуальный анализ данных
Организация лечебного питания	Интеллектуальный интерфейс
Обеспечение лекарственными препаратами	Интеллектуальная вопросно-ответная система Интеллектуальный анализ данных

Таблица 4

Функциональная подсистема	Интеллектуальные средства
Блок диагностического подразделения	
Проведение лабораторных и функционально-диагностических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система Нейронные сети Система распознавания образов
Проведение рентгенологических исследований	Интеллектуальная вопросно-ответная система Нейронные сети Система распознавания образов
Учет расходных материалов	Интеллектуальный анализ данных

Таблица 5

Функциональная подсистема	Интеллектуальные средства
Блок управления МЛУ	
Анализ лечебно-диагностической работы в МЛУ	Интеллектуальный анализ данных
Контроль проведения исследований и консультаций	Интеллектуальный анализ данных
Контроль качества оказания медицинской помощи	Интеллектуальный анализ данных

Для оценки эффективности применения интеллектуальных систем по основным направлениям оказания медицинской помощи используются следующие критерии:

- а) в диагностическом процессе:
 - обеспечение сокращения сроков выдачи результатов исследований лечебным отделениям;
 - повышение точности расчетов и производительности труда медицинского персонала;
 - экономия материальных затрат;
- б) в лечебном процессе:
 - повышение оперативности и надежности постановки диагноза, прогнозов тяжести течения заболеваний;

- сокращение времени на ведение медицинской документации и на подготовку статистических отчетов;

- сокращение времени на получение оперативной информации о пациенте, проводимом лечении и его результатах;

- выбор оптимальных методов лечения;

- в) при обеспечении ЛДП:

- сокращение времени затрат на формирование документов по регистрации приходно-расходных операций, расчет и оформление отчетов, актов и ведомостей;

- обеспечение оперативного контроля за наличием и движением лекарственных средств и инвентарного имущества;

- сокращение времени на организацию питания больных;

- сокращение материальных затрат на обеспечение ЛДП.

Критериями оценки правильности диагноза используются:

- научная обоснованность лечения больного;

- соответствие реального течения заболевания ожидаемому;

- экономическая эффективность лечения больного;

- соответствие реального течения заболевания ожидаемому по клиническому диагнозу;

- совпадение диагноза лечащего врача и диагноза более опытного специалиста (начальник отделения, начальник центра, главные специалисты, консилиум врачей);

- подтверждение диагноза данными лабораторных и инструментальных исследований или данными патологоанатомов.

Ожидаемыми результатами при оценке правильности (точность, эффективность) выбора врачебной тактики являются:

- улучшение результатов лечения по сравнению с контрольной группой;

- уменьшение сроков лечения больных;

- уменьшение стоимости лечения больных.

Обсуждение

Результаты проведенных исследований позволяют руководителям МЛУ проводить оценку эффективности оказания медицинской помощи больным и улучшения показателей проведения ЛДП, а также осуществлять контроль эффективности деятельности МЛУ руководителям государственных учреждениях здравоохранения. Сформулированные критерии оценки эффективности применения интеллектуальных систем, критерии оценки правильности диагноза, критерии оценки правильности (точность, эффективность) выбора врачебной тактики использовались при подготовке докладов на конференциях, семинарах, при проведении обсуждений в рамках «круглого стола», посвященного вопросам интеллектуализации здравоохранения.

Основные выводы

Анализ проведенных исследований показал, что автоматизация ЛДП базируется на создании и внедрении в практическую деятельность МЛУ медицинской информационно-справочной системы. Оценка качества оказания медицинской помощи является задачей управления ЛДП и реализуется посредством анализа показателей ЛДП, критериев качества и др. Дальнейшая оптимизация ЛДП основана на использовании интеллектуальных систем в совокупности с реализацией медицинских технологий ЛДП.

Практическая значимость использования современных информационных технологий и интеллектуальных систем в ЛДП возрастает в связи с ростом заболеваний и их сложностью и одновременно с наличием программно-технических средств, обеспечивающих обработку больших массивов данных и передачу результатов по распределенным вычислительным сетям.

Список литературы

1. Карпов О.Э., Клименко Г.С., Лебедев Г.С. применение интеллектуальных систем в здравоохранении // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 7–1. С. 38–43. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=36058> (дата обращения: 17.10.2019).
2. Дурнев Р.А., Крюков К.Е., Жданенко И.В. Искусственный интеллект: иллюзии, проблемы, перспективы // Инноватика и экспертиза. 2018. Вып. 4 (25). С. 158.
3. Логинов Е.Л., Райков А.Н. Интеллектуальная трансформация системы управления в энергоинфраструктурном комплексе как основа формирования единого информационного пространства ЕАЭС. Инноватика и экспертиза // 2015. Вып. 2 (15). С. 272.

References

1. Karpov O.E., Klimenko G.S., Lebedev G.S. (2016) *Primenenie intellektual'nykh sistem v zdravookhranении. Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Application of intelligent systems in healthcare. Modern science-intensive technologies] No. 7–1. P. 38–43. Available at: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=36058> (accessed 17.10.2019).
2. Durnev R.A., Kryukov K.E., Zhdanenko I.V. (2018) *Iskusstvennyy intellekt: illyuzii, problemy, perspektivy* [Artificial intelligence: illusions, problems, prospects] *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and expert examination]. Vol. 4 (25). P. 158.
3. Loginov E.L., Raikov A.N. (2015) *Intellektual'naya transformatsiya sistemy upravleniya v energo-infrastrukturnom komplekse kak osnova formirovaniya edinogo informatsionnogo prostranstva EAES* [Intellectual transformation of the management system in the energy and infrastructure complex as the basis for the formation of the unified information space of the EAEU] *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and expert examination]. Vol. 2 (15). P. 272.