

УДК 004.91

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

**Р. В. Мещеряков,**

канд. техн. наук, доцент

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

**Л. Н. Балацкая,**

доктор биол. наук, профессор

**Е. Ц. Чойнзонов,**

академик РАМН, доктор мед. наук, профессор

НИИ онкологии Сибирского отделения РАМН, г. Томск

Описан состав и функциональные возможности специализированной информационной системы поддержки деятельности медицинского учреждения онкологического профиля с учетом процесса голосовой реабилитации. Предлагается совмещение двух функций — сопровождения лиц с заболеваниями гортани и реабилитационного комплекса. Приводится описание разработанного программного обеспечения.

**Ключевые слова** — информационная система, программа, управление, бизнес-процесс.

### Введение

Автоматизация деятельности лечебно-профилактических и медицинских учреждений в настоящее время является активно развиваемым направлением внедрения информационных технологий в прикладные сферы жизнедеятельности человека [1–3]. Для лечения ряда заболеваний и проведения реабилитации используются программно-аппаратные средства [3], основными пользователями которых являются сотрудники медицинских учреждений. Требования к информационным системам формируются за счет требований обмена текстовыми электронными документами HL7, электронными изображениями лучевой диагностики DICOM, а также вытекающих отсюда требований к архитектуре системы [4].

В данной работе рассматривается создание информационной системы поддержки деятельности медицинского учреждения на примере Научно-исследовательского института онкологии Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. Использование технических средств расширяет качество взаимодействия врача и пациента, а также повышает шансы пациента на успешную реабилитацию.

В настоящее время в НИИ онкологии отсутствует какой-либо электронный метод, связывающий документы о пациентах в единую систему, что может привести к потерям информации или задержкам в их передаче. В отделении опухолей головы и шеи активно используется программное обеспечение для реабилитации пациентов после удаления гортани [5, 6] с использованием биологической обратной связи и модели слуховой системы человека.

### Типовой процесс работы с пациентами в НИИ онкологии

Сегодня процесс учета больных и их лечения производится на бумажных носителях без какой-либо автоматизации процесса, который включает в себя следующие этапы:

- 1) при поступлении в больницу на больного вручают заводят карточку;
- 2) врач на бумаге пишет информацию о лечении;
- 3) результаты анализов пациента пишут на бумаге, передают руками, и врач прикрепляет их к истории болезни;
- 4) в случае резекции гортани врач-логопед обучает пациента пищеводному голосу.

Создаваемая система управления должна облегчить:

- регистрацию больного;
- передачу информации лечащему врачу;
- передачу результатов лечащему врачу;
- реабилитацию пациента.

Основные производственные функции НИИ онкологии:

- регистрация пациента;
- ведение истории болезни;
- реабилитация пациента;
- выписка пациента.

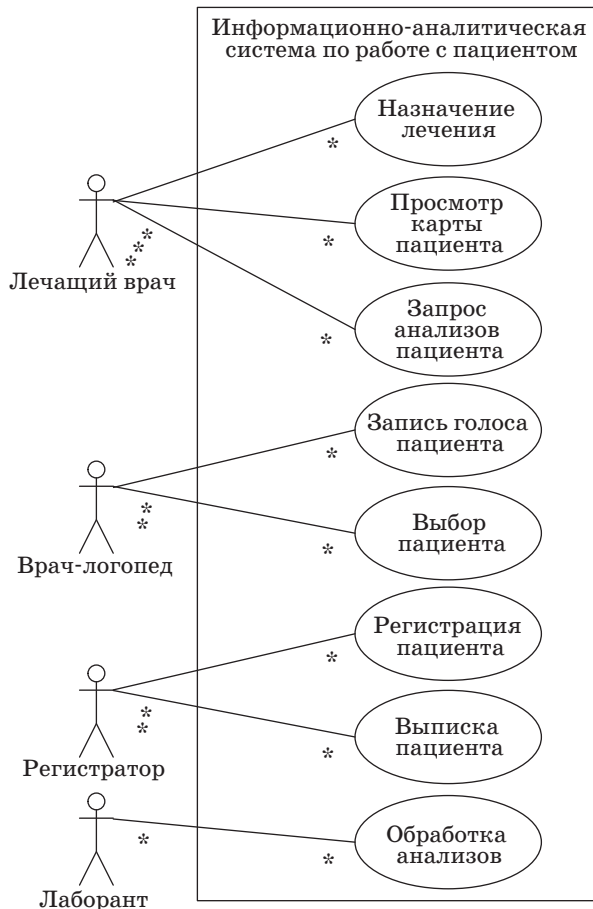
Основные компоненты системы:

- лечащий врач;
- врач-логопед;
- регистратор;
- лаборант.

Основные бизнес-процессы:

- регистрация пациента;
- лечение пациента;
- реабилитация пациента;
- выписка пациента.

Схема, выполненная с помощью языка моделирования UML, поясняет процессы в НИИ онкологии (рис. 1).



■ Рис. 1. Диаграмма бизнес-процессов НИИ онкологии

Временная последовательность выполнения процессов:

- регистрация пациента — в момент обращения;
- лечение пациента — постоянно;
- реабилитация пациента — после удачного лечения;
- выписка пациента — в момент окончания реабилитации.

Бизнес-правила:

- на пациента оформляется только одна история болезни;
- одному пациенту можно назначать несколько различных терапий;
- при назначении терапии обязательно указывается дата;
- у одного пациента может быть несколько результатов анализа.

Перечень вводимой информации:

- фамилия, имя, отчество пациента, дата рождения, пол, группа крови, место жительства, дата поступления, рост, вес, площадь тела, номер истории болезни, курящий или нет, количество пачек, выкуриваемых в день, стаж курения, стадия заболевания, группа больного, диагноз, гистология, локализация опухоли, другие заболевания, анамнез;
- запись голоса с помощью микрофона либо готовый wave-файл.

### Речевая реабилитация

При речевой реабилитации пациентов после операции полного удаления гортани требуется формирование новых условных рефлексов. Орган фонации потерян (удалена гортань), нервы, участвующие в процессе фонации, уже ничем не управляют, речи нет. Тем не менее, компенсаторный механизм существует, и задача врачей и логопедов — помочь больному этот механизм запустить, т. е. максимально усилить обратные связи, которые начинают управлять генерацией пищеводного голоса. Это достигается за счет формирования внешней, по отношению к организму, обратной связи, которая максимально стимулирует факт появления пищеводной речи (первый этап) в момент ее появления, т. е. запускает ассоциативный механизм: звук голоса — положительное подкрепление [7].

Задача тренинга — добиться поэтапного формирования звука псевдоголоса, в котором выполнение каждого этапа уже само по себе является положительным подкреплением. Наблюдение процесса улучшения результата визуально от тренировки к тренировке даст пациенту уверенность в своих силах, улучшит качество и ускорит весь процесс обучения.

При создании пищеводного голоса самой важной особенностью системы является то, что функции, которая требует тренировки, не существует. Поэтому начальный этап выполняет врач-логопед. Его задача — создать основу для проведения последующего тренинга, а именно выработать рефлекс накапливания воздуха в пищеводном пузыре и вызвать отрыжку этого воздуха со звуком пищеводного голоса. После появления звука отрыжки можно работать с сигналом посредством микрофона.

Первым этапом является наработка разового звука пищеводного голоса. Микрофон помещается на расстоянии 10–12 см от губ, что позволяет не чувствовать шум потока воздуха и фиксировать лишь громкие звуки пищеводного голоса. Следует отметить, что фарингиальный голос на первом этапе имеет ту же структуру, что и пищеводный, и практически неотличим по спектральному составу. Советы логопеда дают дополнительную информацию пациенту, выбравшему неправильный способ речеобразования. Решение о переходе на второй этап принимает логопед.

На втором этапе вводится дополнительное положительное подкрепление, основанное на предъявлении пациенту информации о росте длительности фонации от количества тренировок. Порог срабатывания обратной связи выбирается в соответствии с результатами, достигнутыми на прошлом этапе. В течение процесса реабилитации особое внимание уделяется тренировке звонких согласных и гласных звуков [8, 9]. Логопед читает речевой материал. Он состоит из односложных слов, таких как «кот», «кит», «там» и др. Основой правильного произнесения гласных и звонких согласных является длительность фонации. Тренировки проводятся до достижения длительности фонации 1 с.

Последним этапом тренировки является повышение частоты основного тона (ЧОТ) до нижних границ речи здорового человека (от 40–50 до 80–100 Гц). Это самый сложный этап, так как тренировка идет на основе выделенной и замеренной техническими средствами ЧОТ, и требуется выработка внутренней системы регуляции ЧОТ. Следует заметить, что не каждый здоровый человек (особенно человек без музыкального слуха или с невыразительной речью) может без тренировки управлять собственной ЧОТ. Больным же сделать это намного труднее. Применяются два типа обратных связей. Отрицательная обратная связь направлена на уменьшение рассогласования текущей ЧОТ и задания на тренинг посредством демонстрации различия между заданием и текущим значением ЧОТ. Положительная обратная связь стимулирует по-

вторяемость успешного результата, подкрепляя удержание ЧОТ в тренировочной полосе заданное время.

## Проектирование системы

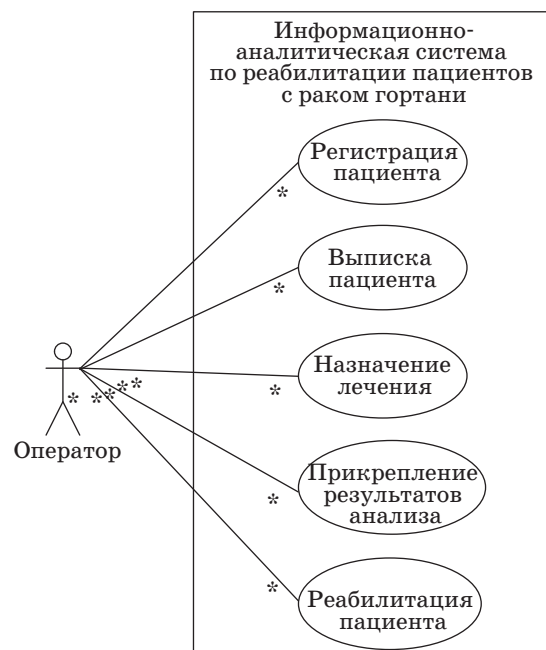
Предметная область, как отмечалось выше, состоит из следующих представляющих интерес бизнес-процессов: регистрации, лечения, реабилитации и выписки пациента. Общий вид предметной области представлен на рис. 2.

В результате проведения анализа предметной области были составлены следующие алгоритмы работы системы: поступления пациента (рис. 3, а), назначения курса лечения (рис. 3, б), реабилитации пациента (рис. 3, в), выписки пациента (рис. 3, г).

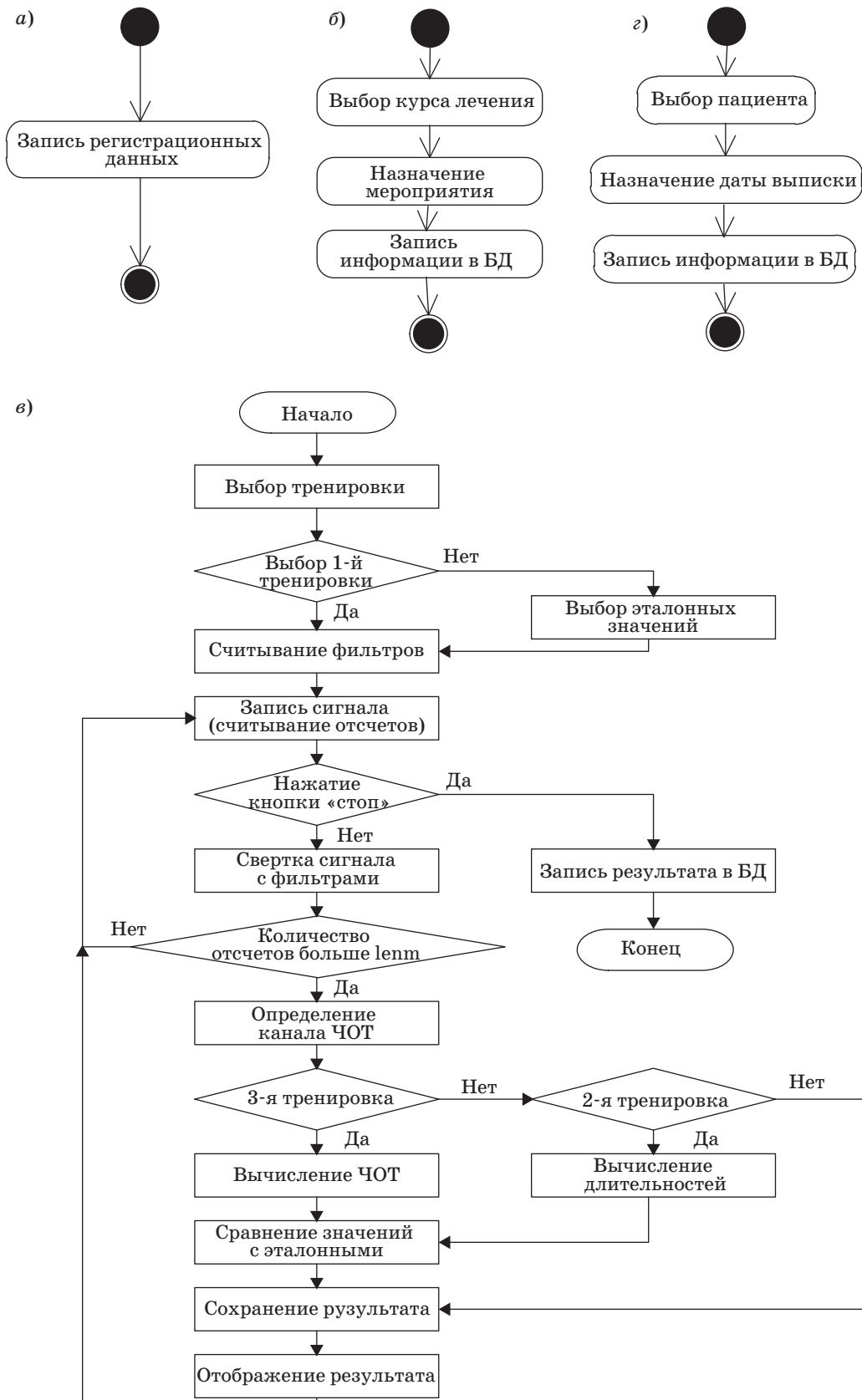
Построена логическая модель данных с использованием наиболее принятой методологии IDEF1X (рис. 4) и соответствующая ей физическая схема (рис. 5).

В процессе физического проектирования были определены наименования таблиц и типы данных для всех полей. По соответствующей физической реализации было выполнено алгоритмическое и программное обеспечение.

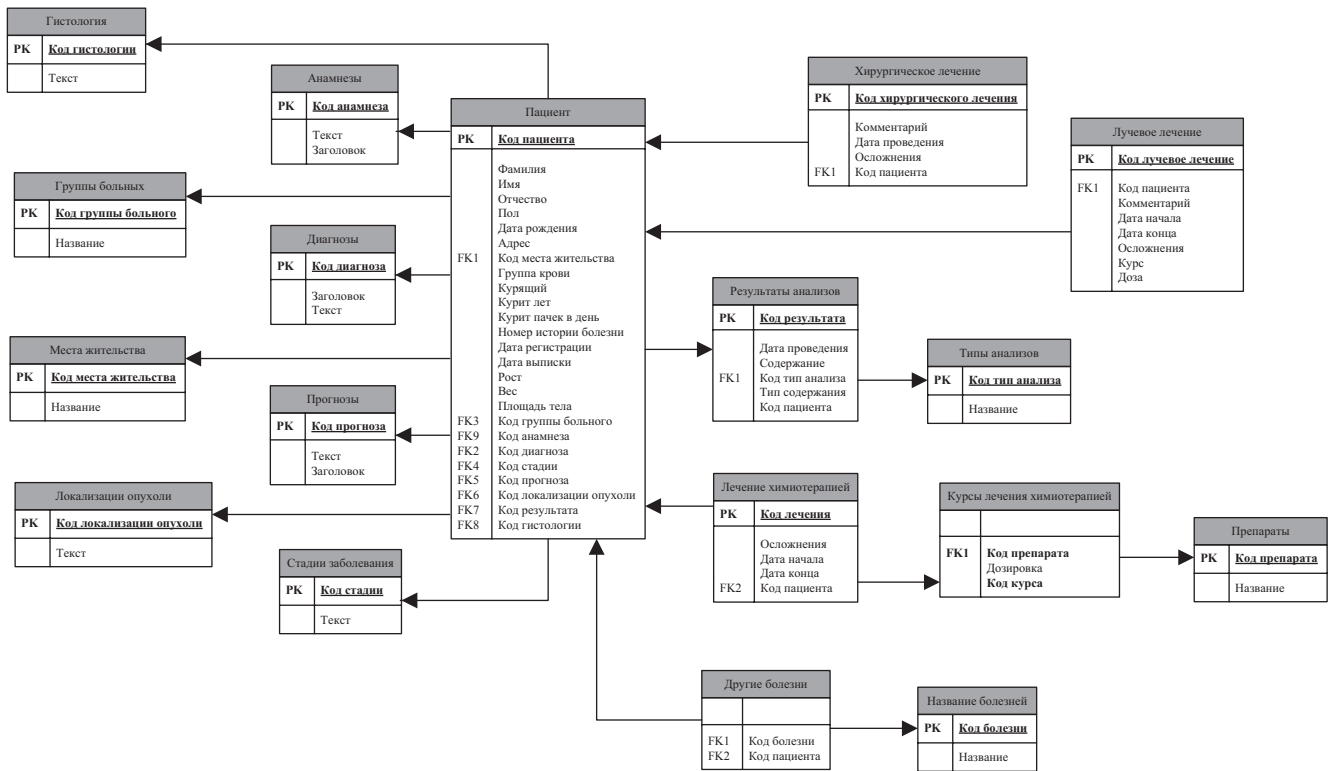
Регистрация пациента — это более трудоемкий процесс работы с программой, чем остальные. На рис. 6 представлен пример работы с этой частью приложения. Кроме того, для обеспечения защиты персональных данных кроме штатных средств операционной системы используется усиленная аутентификация.



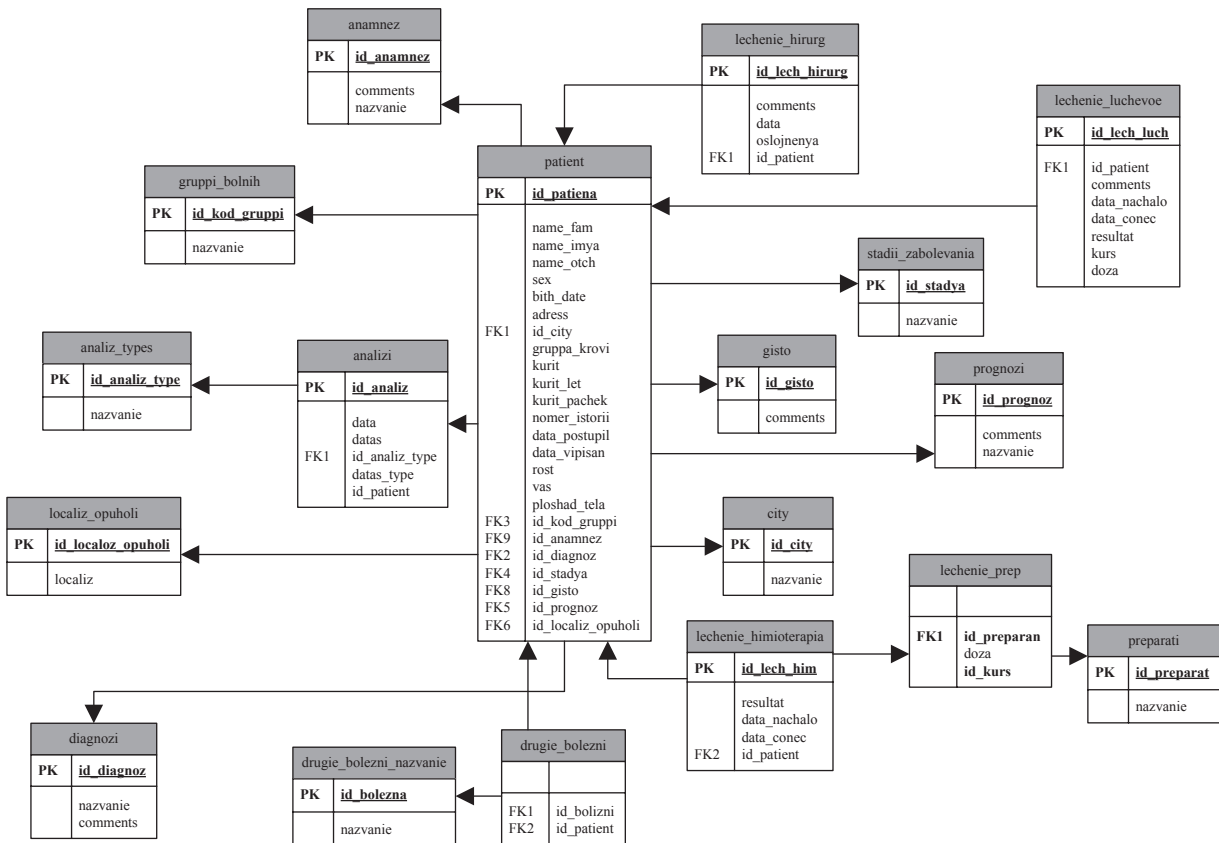
■ Рис. 2. Общий вид предметной области



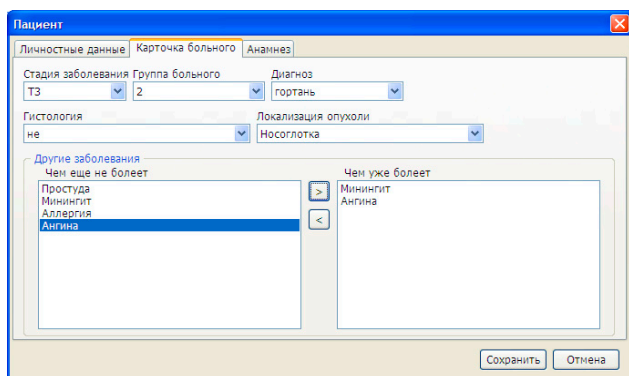
■ **Рис. 3.** Алгоритмы поступления пациента (а), назначения курса лечения врачом (б), реабилитации (в) и выписки (г) пациента



■ Рис. 4. Логическая модель данных



■ Рис. 5. Диаграмма, отображающая физическую модель базы данных



■ **Рис. 6.** Окно регистрации нового пациента с активной закладкой на медицинской информации

## Заключение

В настоящее время проводится апробация информационной системы. Результаты внедрения показали эффективность использования информационной системы при голосовой реабилитации. Разработанное программное обеспечение для

оценки состояния голосового источника опробовано на более чем 150 пациентах, оно позволяет получать объективные оценки состояния голосового источника (гортани, голосовых складок, легких). Система для голосовой реабилитации применялась для повышения сокращения времени реабилитации и повышения качества голоса. На текущий момент проведена апробация на 30 пациентах. У ряда пациентов срок реабилитации сокращен до двух недель, в двух случаях возникновения голосовой функции добиться не удалось.

Планируется расширение функциональных возможностей системы для учета и проведения анализа различных сведений о пациентах. В частности, перспективным представляется интеллектуальный анализ всего спектра медицинских данных человека, на основе которых можно прогнозировать процесс восстановительного лечения пациента [10]. Кроме того, серьезной проблемой использования медицинских систем является обеспечение требований Федерального закона «О персональных данных»; для решения предлагается подход, изложенный в работе [11].

## Литература

1. Гусев А. В. Медицинские информационные системы: состояние, уровень использования и тенденции // Врач и информационные технологии. 2011. № 3. С. 6–14.
2. Кицул И. С. и др. Повышение доступности медицинской помощи жителям сельской местности с использованием современных информационных технологий // Врач и информационные технологии. 2012. № 2. С. 6–16.
3. Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В., Гулиев Я. И. Вопросы эффективности информационных технологий в медицине // Врач и информационные технологии. 2011. № 5. С. 6–18.
4. Гулиев Я. И., Малых В. Л. Архитектура HL-X поддержки документов в медицинских информационных системах // Информационно-управляющие системы. 2009. № 2. С. 63–69.
5. Бондаренко В. П. и др. Медико-технический комплекс для исследования речевого сигнала при нарушениях голосообразования // Медицинская техника. 2007. № 4. С. 11–13.
6. Бондаренко В. П. и др. Программные средства комплекса исследования речевого сигнала при злокачественных заболеваниях гортани // Медицинская техника. 2009. № 4. С. 33–37.
7. Чойнзонов Е. Л., Мухаммедов М. Р., Балацкая Л. Н. Рак гортани. Современные аспекты лечения и реабилитации. — Томск: Изд-во НТЛ, 2006. — 280 с.
8. Ронжин А. Л., Евграфова К. В. Анализ вариативности спонтанной речи и способов устранения речевых сбоя // Изв. вузов. Гуманитарные науки. 2011. Т. 2. Вып. 3. С. 227–231.
9. Кипяткова И. С. Комплекс программных средств обработки и распознавания разговорной русской речи // Информационно-управляющие системы. 2011. № 4. С. 53–59.
10. Зайцев А. А. и др. Метод прогнозирования эффективности восстановительного лечения на основе дерева решений // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2010. № 5. С. 35–38.
11. Зыков В. Д., Мещеряков Р. В., Беляков К. О. Защита персональных медицинских данных в автоматизированных медицинских информационных системах лечебно-профилактических учреждений // Докл. Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2009. Т. 1. № 2. С. 67–70.