

В.Г. Никитаев, А.Н. Проничев, П.Ю. Оплачко

---

**СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ  
РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ  
ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА**

---

Рассматривается интеллектуальная экспертная система гистологической диагностики рака предстательной железы. Система ориентирована на повышение уровня качества диагностики злокачественных опухолей предстательной железы – одних из самых сложных для выявления на ранних стадиях и занимающих второе место среди онкологических заболеваний у мужчин.

*Ключевые слова:* экспертная система, гистологическая диагностика, распознавание образов, онкология, рак предстательной железы, система поддержки принятия врачебных решений, СППР, компьютерная диагностика рака предстательной железы.

V.G. Nikitayev, A.N. Pronichev, P.Yu. Oplachko

---

**MODERN APPROACH TO THE HISTOLOGICAL DIAGNOSIS  
OF PROSTATE CANCER – INTELLECTUAL EXPERT SYSTEM**

---

The article discusses the intelligent expert system of histological diagnosis of prostate cancer. The system is aimed at improving the quality of diagnosis of malignant tumors of the prostate gland - one of the most difficult to detect in the early stages and occupying second place among oncological diseases in men.

*Keywords:* medical decision support system, histological diagnostics, computer-aided diagnosis for prostate cancer, oncology, expert system, computer-aided detection of prostate cancer.

***Введение***

Онкология – это специальность, которая требует от врача широких междисциплинарных знаний для проведения диагностики и лечения злокачественных опухолей [1].

Рак предстательной железы (РПЖ) занимает второе по частоте заболеваемости место среди иных онкологических заболеваний у мужчин. Актуальным по настоящее время остается решение проблемы диагностики рака предстательной железы на ранних стадиях. Несвоевременная постановка диагноза приводит к стабильно высокому уровню смертности больных РПЖ. Поэтому на сегодняшний день приоритетным для медицинского онкологического сообщества является внедрение в клиническую практику интеллектуальных систем поддержки принятия врачебных решений и экспертных систем для онкологической диагностики, в частности диагностики рака предстательной железы [2]. Данные системы демонстрируют современные подходы в диагностике онкологических заболеваний, основаны на обработке широкого массива данных, как текстовых (например, история болезни пациента), так и изображений (например, гистологические препараты, МРТ, КТ, ПЭТ, ПЭТ/КТ и др.), и приобретают чрезвычайно большое значение в аналитической помощи врачу для исключения ошибки при постановке диагноза и в образовательном ключе – для практической подготовки врачей-ординаторов [3].

Никитаев В.Г. и др. Современный подход к гистологической диагностике рака...

В данной статье демонстрируется интеллектуальная экспертная система (ЭС) гистологической диагностики рака предстательной железы, выступающая в роли системы поддержки принятия решений (СППР) для врачей-гистологов и ординаторов. Разработка такой ЭС представляет собой сложную междисциплинарную задачу, объединяющую области медицины, образования и информационных технологий и требующую для ее решения совместной работы профессионалов из этих областей. Данные условия были соблюдены – в работе над созданием ЭС для гистологической диагностики РПЖ принимала участие кафедра «Компьютерные медицинские системы» Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (области информационных технологий в медицине и образовании) и НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ (область медицины).

### **Экспертная система гистологической диагностики рака предстательной железы**

Как описывалось ранее, основной принцип работы экспертной системы для диагностики – это анализ массива текстовых или графических данных. Из названия нашей ЭС гистологической диагностики РПЖ становится ясным, что речь идет об анализе изображений гистологических препаратов рака предстательной железы. Изображения гистологических препаратов выступают в качестве исходных данных, представленных как объекты с набором характеристик, достаточных для их определения, идентификации и описания использования системы. Изначально ставились следующие задачи.

1. Определение основных объектов на основании исходных данных.
2. Определение характеристик объектов, необходимых для принятия решения о гистологическом диагнозе.

На основании поставленных задач были определены основные объекты. При проведении гистологического анализа у пациента в результате биопсии берут материал, который разделяют на препараты, на основании которых получают несколько изображений. Затем на каждом изображении отмечают характерные признаки заболевания – объекты. Таким образом, были описаны исходные данные для работы гистологической экспертной системы диагностики РПЖ (рис. 1).



**Рис. 1.** Исходные данные для работы гистологической экспертной системы диагностики РПЖ

Данную модель необходимо конкретизировать так, чтобы каждый объект мог бы быть идентифицирован. Пациент: для его идентификации необходимо знать номер его истории болезни, ФИО и дату рождения. Препарат пациента: необходимо знать, для какого пациента он был получен, а также номер препарата в рамках анализа пациента. Изображение: необходимо знать номер препарата, для которого было получено изображение, название изображения, дату его загрузки в систему и масштаб, в котором оно было получено. Объекты на изображении: изображение, на котором объект отмечен, название объекта-признака, заболевание, которому оно соответствует. Признаки объекта на изображении: его расположение на изображении (координаты), параметры разметки (цвет, толщина). Кроме того, должны существовать общие справочники названий диагнозов и признаков [4].

Автоматизация анализа исходных данных достигнута путем внедрения гистологической базы знаний как неотъемлемой части экспертной системы, которая содержит в себе изображения гистологических препаратов РПЖ с разметкой признаков различного характера тканей (например, норма, атрофия или рак), соответствующих тому или иному гистологическому типу РПЖ, а также степени дифференцировки опухоли по Глиссону.

ЭС дает пользователю – врачу-патологоанатому, врачу-гистологу, врачу-ординатору – возможность работать в двух режимах. Первый режим – режим обучения системы (рис. 2).

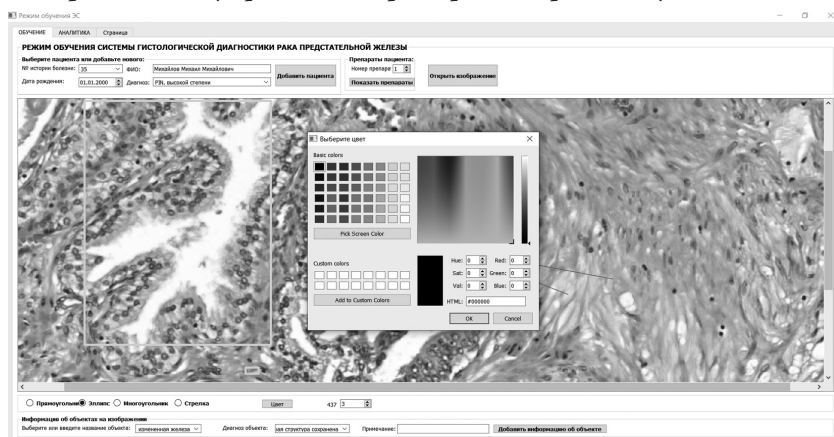
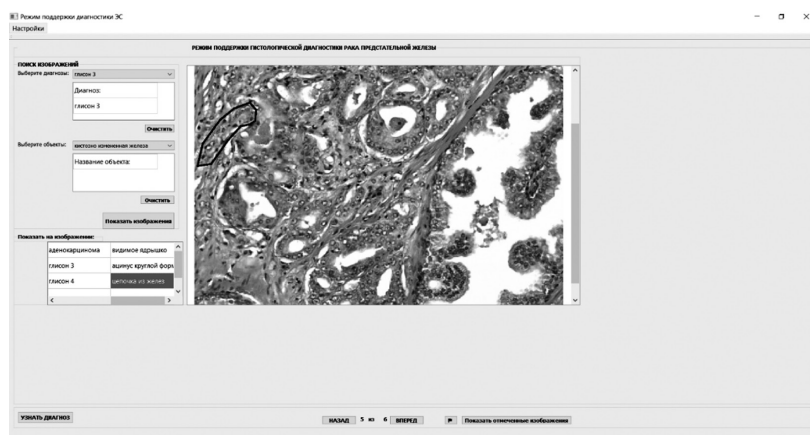


Рис. 2. Режим обучения ЭС гистологической диагностики рака предстательной железы

В нем пользователь загружает изображения гистологических препаратов предстательной железы и отмечает на них объекты, соответствующие определенным диагнозам. Также пользователем заполняется базовая информация о пациентах (номер карты, ФИО, дата рождения, диагноз), у которых взят гистологический материал для получения загружаемых изображений, и номер препарата, для которого было получено изображение. В режиме обучения системы реализована возможность рисования на загруженных изображениях следующих фигур: эллипс, прямоугольник, многоугольник, стрелка. Пользователь может выбирать толщину и цвет выбранных для разметки фигур. Каждому нарисованному на изображении объекту пользователь ставит в соответствие название данного объекта и диагноз. Изображение может быть масштабируемым пользователем. Вся информация, введенная пользователем-врачом, загружается в базу знаний экспертной системы.

Второй режим работы ЭС гистологической диагностики РПЖ – режим поддержки диагностирования (рис. 3).



**Рис. 3.** Режим поддержки гистологической диагностики рака предстательной железы

Пользователь системы (врач-патологоанатом или врач-гистолог, который ставит диагноз) выбирает из списков диагнозы и признаки, которые могут присутствовать на клетках с такими диагнозами. На основании этой информации осуществляется выборка из базы знаний изображений, на которых изображены выбранные объекты, соответствующие выбранным диагнозам. Далее пользователю предоставляется возможность просмотра изображений, попавших в выборку, с изображенной на них разметкой (объекты, нарисованные в режиме обучения системы), а также выводятся рекомендуемые диагнозы в соответствии с выбранными объектами и распределением диагнозов данных объектов в выборке изображений (и доля данных диагнозов в выборке). Кроме того, при просмотре реализована возможность отмечать изображения и просматривать подборку из отмеченных в рамках сессии изображений. Для сформированной врачом-пользователем подборки также реализована возможность вывода рейтинга рекомендуемых для постановки диагнозов.

Для качественного обучения системы необходим высокий уровень квалификации врача, имеющего большой опыт в проведении гистологической диагностики. Для использования экспертной системы в режиме поддержки диагностики (в том числе и для обучения) от пользователя необходимы базовые знания анатомии предстательной железы, а также знания о порядке проведения гистологического анализа, в результате которого необходимо сделать заключение о характере ткани (например, норма, атрофия или рак), гистологическом типе рака, степени дифференцировки опухоли по Глиссону [5].

Стоит отметить, что нет необходимости технической реализации разделения прав доступа к экспертной системе по ролям, так как возможно использование режима обучения системы для проверки знаний пользователя (врача-ординатора), который обучается особенностям гистологического строения предстательной железы при различных типах РПЖ (при условии, что база знаний, созданная при проверке знаний, не будет использоваться для поддержки диагностики).

Система была реализована как компьютерная программа на языке программирования C++ с использованием кроссплатформенных инструментов разработчика прикладного программного обеспечения Qt creator [6]. Реляционная база данных была разработана с помощью системы управления SQLite, что позволяет работать независимо от подключения компьютера пользователя к сети.

### Заключение

Для обеспечения корректности работы разработанной системы было проведено предпроектное исследование, в результате которого были сформулированы требования к экспертной системе гистологической диагностики рака предстательной железы. Для их реализации была спроектирована концептуальная модель системы, ее архитектура и система классов. Также разработано методическое руководство пользователя для корректной эксплуатации системы, включающее в себя технологическую инструкцию, руководство пользователя и методику работы с системой.

Разработанная ЭС для гистологической диагностики рака предстательной железы позволяет оказывать поддержку при диагностике рака предстательной железы. На данном этапе экспертная система проходит тестирование и отладку ряда модулей, но уже сейчас готова к обучению и использованию в целях обучения медицинского персонала и для поддержки гистологической диагностики. Дальнейшее развитие данной разработки возможно в сторону автоматизации процесса распознавания объектов на изображениях гистологических препаратов рака предстательной железы.

Публикуется с разрешения «Журнала радиоэлектроники»

### Библиографические ссылки

1. Мерабшвили В. Онкологическая статистика (традиционные методы, новые информационные технологии): Руководство для врачей. Изд. второе, доп. 2015. Ч. 1. С. 1–223.
2. Jimoh R., Adekunle Y. Framework for a Knowledge-Based Intelligent Clinical Decision Support System to Predict Prostate Cancer. Computer Science Department, University of Ilorin, Ilorin, Kwara State, Nigeria. URL: <http://ijarcet.org/wp-content/uploads/IJARCET-VOL-3-ISSUE-7-2550-2559.pdf>
3. Компьютерные системы поддержки принятия решений в диагностике рака предстательной железы / В. Никитаев, А. Проничев, Е. Прилепская, М. Ковылина, Д. Пушкарь // Экспериментальная и клиническая урология. 2016. № 4. С. 52–55.
4. Nikitaev V. Modern measurement principles in intellectual systems for a histological diagnosis of oncological illnesses. Measurement Techniques, 2015, pp. 68–70.
5. Grimm P. Prostate Cancer Treatment Book. URL: <https://www.litres.ru/john-blasko/prostate-cancer-treatment-book-5062222/>
6. Thelin J. Foundation of QT development, 2008, pp. 1–528.

### References

1. Merabishvili V. Oncological statistics (traditional methods, new information technologies): Guide for doctors [Cancer statistics (traditional methods, new information technologies): A guide for physicians], 2015, pp. 1–223 (in Russ.).
2. Jimoh R., Adekunle Y. Framework for a Knowledge-Based Intelligent Clinical Decision Support System to Predict Prostate Cancer. Computer Science Department, University of Ilorin, Ilorin, Kwara State, Nigeria. URL: <http://ijarcet.org/wp-content/uploads/IJARCET-VOL-3-ISSUE-7-2550-2559.pdf>
3. Nikitaev V., Pronichev A., Prilepskaya E., Kovylyina M., Pushkar D. [Computerized decision support systems in the diagnosis of prostate cancer]. Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya, 2016, no. 4, pp. 52–55 (in Russ.).
4. Nikitaev V. Modern measurement principles in intellectual systems for a histological diagnosis of oncological illnesses. Measurement Techniques, 2015, pp. 68–70.
5. Grimm P. Prostate Cancer Treatment Book. URL: <https://www.litres.ru/john-blasko/prostate-cancer-treatment-book-5062222/>
6. Thelin J. Foundation of QT development, 2008, pp. 1–528.