ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

УДК 528.4; 332.3; 332.7; 347.214.2 DOI: 10.30533/0536-101X-2021-65-4-452-460

Интеллектуальные системы в экспертной и кадастровой деятельности

© 2021 г. С.А. Атаманов*, С.А. Григорьев
Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
**npogeo@gmail.com*

Intellectual systems in expert and cadastral activities

S.A. Atamanov*, S.A. Grigorev
Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
**npogeo@gmail.com*

Received April 30, 2021 *Revised May 25, 2021* *Accepted August 2, 2021*

Keywords: cadastral activity, expert activity, cadastral work, expert systems, decision support systems, intelligent systems.

Summary. Cadastral activity is subjective and expert in nature. Without expert approach, it is almost impossible to deal with real estate documents in order to make an informed decision today. Trends in the automation and digitalization of various processes, the priority of the development of the digital economy, put forward additional requirements for cadastral and expert activities. Currently, the so-called expert systems, decision support systems, which belong to intelligent systems, as well as integrated activity support systems, have become widespread. The article discusses the development and creation of such intelligent systems. The information system to support cadastral activity for formalization of cadastral works under a contract in the paradigm of project activity, which operates with special entities real estate objects, their characteristics, types, subspecies and characteristic features, subjects, services and documents that make up the used model of the regulatory field, the essence of cadastral audit, entities necessary for the implementation of certain basic algorithms of cadastral activity. Intelligent (expert) system of cadastral audit of real estate objects, designed to archive cadastral information and simulate the work of an expert for the purpose of obtaining reliable and reasonable characteristics of the investigated real estate object. The main entities of such system are cases, classifiers, real estate objects, documents, and characteristics. The resulting information at the output of the automated algorithm of the cadastral audit intellectual (expert) system of real estate objects is an expert-analytical report. The developed systems allow to process the original documents on real estate in a unified manner, according to the same rules, and to build a reasonable algorithm for the production of cadastral works, which reduces a number of errors in cadastral and expert activities, by automating the relevant procedures. This improves the quality of decisions made at all levels of real estate work and the reliability of the determined characteristics in general.

Citation: *Atamanov S.A., Grigorev S.A.* Intellectual systems in expert and cadastral activities. *Izvestia vuzov «Geodesy and Aerophotosurveying».* 2021, 65 (4): 452–460. [In Russian]. DOI:10.30533/0536-101X-2021-65-4-452-460.

Поступила 30 апреля 2021 г. *После доработки 25 мая 2021 г.* *Принята к публикации 2 августа 2021 г.*

Ключевые слова: экспертная деятельность, экспертные системы, системы поддержки принятия решения, интеллектуальные системы.

Рассматривается вопрос проектирования и создания информационной системы поддержки кадастровой деятельности и интеллектуальной (экспертной) системы кадастрового аудита объектов недвижимости. Делается вывод, что использование указанных систем позволяет унифицированно, по единым правилам, обрабатывать исходные документы о недвижимости, выстраивать обоснованный алгоритм производства кадастровых работ, что сокращает количество ошибок в кадастровой и экспертной деятельности за счет автоматизации соответствующих процедур. Это повышает качество принимаемых решений на всех уровнях работы с недвижимостью и достоверность определяемых характеристик в целом.

Для цитирования: *Атаманов С.А., Григорьев С.А.* Интеллектуальные системы в экспертной и кадастровой деятельности // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2021. Т. 65. № 4. С. 452–460. DOI:10.30533/0536-101X-2021-65-4-452-460.

Введение

В настоящее время кадастровая деятельность имеет субъективный характер. Кадастровый инженер — специалист-эксперт в области идентификации недвижимости, ее измерениях, синтезе характеристик из разрозненных источников, в том числе правовых и технических документов, планово-картографических материалов, сведений Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). Инженер самостоятельно принимает решение о выборе технологии и метода проведения работ в каждом конкретном случае по каждому объекту недвижимости. Причиной этому стала специфика развития земельно-имущественных отношений, заключенная в череде принципов и технологий ведения государственного кадастра и регистрации прав, запутанных и двусмысленных нормативно-правовых актов, несогласованных между собой информационным ресурсов и регистрационно-учетных систем, сменявших друг друга с 1990-х годов. Дополнительную сложность создает юридическое признание документов советского периода, содержащих сведения о так называемых ранее учтенных объектах недвижимости.

Постановка проблемы

Тренды автоматизации и цифровизации различных процессов, приоритет развития цифровой экономики выдвигают новые требования и к кадастровой, экспертной деятельности в области недвижимости, которая пока не имеет серьезных прецедентов в этом направлении.

Учитывая изложенное, без применения экспертного подхода разобраться с документами о недвижимости в целях принятия обоснованного решения сегодня практически невозможно. При этом результат кадастрового аудита сведений о характеристиках в совокупности документов играет ключевую роль при обосновании выбранного решения. Документы — основной источник информации для принятия экспертом взвешенного решения. В контексте современных достижений науки и развития технологий они подлежат размещению в электронном архиве, идентификации и индексированию с последующим извлечением по определенным правилам содержащихся в них сведений о характеристиках объектов.

Таким образом, актуальной и своевременной является разработка информационных систем, направленных на решение следующих основных задач: первая — архивирование документов о недвижимости; вторая — моделирование работы эксперта с извлеченной информацией. Это позволит, если не заменить работу аналитика, то, по крайней мере, стандартизировать, формализовать его работу, помочь найти обоснованное решение. Суть экспертной работы — аудит задокументированных сведений ЕГРН для установления факта их полноты, достоверности и обоснованности.

В настоящее время получили распространение так называемые экспертные системы, системы поддержки принятия решений, которые относятся к интеллектуальным системам, а также комплексные системы поддержки деятельности. Интеллектуальная система (англ. *intelligent system*) — это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы [1]. Под экспертной системой понимается программная система, которая моделирует рассуждения человека — эксперта в некоторой определенной предметной области, используя базу знаний, содержащую факты и правила об этой области, и некоторый механизм логического вывода результата экспертизы [2].

Чаще всего интеллектуальные системы применяют для решения сложных задач, где основная сложность решения связана с использованием слабоформализованных знаний специалистов-практиков и где логическая или смысловая обработка информации превалирует над вычислительной [3]. Применительно к сфере недвижимости такого рода системы нашли свое применение лишь в кадастровой оценке [4–6]. Ряд научных публикаций посвящен вопросам электронного архивирова-

ния кадастровой информации, использования электронных архивов кадастровых документов [7, 8]. Обзор зарубежных источников также показал недостаточность проработки вопросов создания экспертных систем кадастрового назначения [9]. Вместе с тем, отмечается значительное количество общетеоретических публикаций о создании экспертных систем в целом [10–12]. Значительного количества исследований, посвященных именно проектированию и созданию экспертных систем в области кадастра и кадастровой деятельности, найти не удалось.

Информационная система поддержки кадастровой деятельности

Естественной является формализация кадастровых работ по договору подряда в парадигме проектной деятельности. Анализируя последовательность выполняемых сотрудниками на кадастровом предприятии действий, мы приходим к следующей структуре проекта (табл. 1). Приведем международные общепринятые обозначения классов программного обеспечения по его назначению в разрезе потребностей кадастрового производства и определим их составляющие элементы — сущности в терминологии ER-модели данных (табл. 2).

Для автоматизации и оптимизации выполнения отдельных этапов кадастровых работ в рамках комплексной информационной модели, виртуализирующей кадастровые работы, в дополнение к универсальным сущностям информационная система поддержки деятельности должна оперировать и специальными:

объекты недвижимости, их характеристики, виды, подвиды и характерные признаки;

субъекты, услуги и документы, составляющие используемую модель нормативно-правового поля;

сущности кадастрового аудита;

сущности, необходимые для реализации отдельных базовых алгоритмов кадастровой деятельности (согласование границ, формирование чертежа, полевые работы и т.д.).

Интеллектуальная (экспертная) система кадастрового аудита объектов недвижимости (далее ИЭСКАОН, Система)

ИЭСКАОН обеспечивает решение двух основных задач — архивирование кадастровой информации и моделирование работы эксперта. Результат концептуального проектирования Системы представлен на рис. 1, а основные определенные в структуре сущности кадастрового аудита — в табл. 3.

ЕГРН представляет собой совокупность реестровых дел объектов недвижимости. В соответствии с этим принципом в ИЭСКАОН используется сущность «Дела». Классификаторы, используемые в Системе, подразделяются на общепринятые в Федеральной государственной системе ведения Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН) согласно Приказу Росреестра от 12.10.2011 №П/389 «О Сборнике классификаторов…» и классификаторы собственной разработки авторов:

Единый классификатор документов (ЕКД) — систематизированный перечень наименований документов по документированной информации и соответствующих им наименований документов, установленных в настоящее время;

Единый классификатор характеристик (ЕКХ) — систематизированный перечень названий характеристик по документированной информации и соответствующих им названий характеристик, установленных в настоящее время.

Применение ЕКД и ЕКХ стандартизирует и унифицирует процедуры извлечения и форматно-логического преобразования сведений о недвижимости из массива документированной информации, что позволяет индексировать документы и архивировать кадастровые данные (документы и характеристики) (рис. 2). В Системе реализовано индексирование архивируемых кадастровых документов (рис. 3). Характеристики объекта недвижимости сохраняются в базе данных посредством соответствующей разработанной формы (рис. 4).

С помощью разработанного инструмента-

Таблица 1

Проектное представление кадастровых работ

Стадия	Условия завершения
Рассмотрение заявки	Определены объекты недвижимости и задачи
Разработка технического задания	Определены состав работ, исполнители, ресурсы, стоимость, сроки
Заключение договора	Заключен договор, получен аванс
Производство	Все задачи выполнены, работы сданы заказчику
Закрытие договора	Акт подписан заказчиком, получена оплата
Поддержка	Обратная связь получена, база знаний актуализирована
Архив	—

Таблица 2

Сущности в терминологии ER-модели данных

Направление	Назначение	Обозначение	ER-сущности
Производственный цикл	Ведение проектов, коммуникации	PMS — Project Management System	Проекты, этапы, задачи, сообщения, контакты
Обслуживание производства	Базы знаний	KMS — Knowledge Management System	Разделы, страницы, блоки
	Витрина	CMS — Content Management System	Разделы, страницы, блоки
	Маркетинг, реклама	MkIS — Marketing Information System	Кампании, объявления, запросы, группы, действия
	Работа с клиентами, сделки	CRM — Customer Relationship Management	Лиды, обращения, действия, сделки, предложения, услуги, цены, договора, шаблоны
Обслуживание предприятия	Учет кадров	HRM — Human Resource Management	Сотрудники, характеристики, документы, время
	Инвентаризация	IMS — Inventory Management System	Оборудование, мат. запасы, лицензии, резервирование
	Документооборот	EDMS — Electronic Document Management	Документы, метаданные, события
	Взаиморасчеты, заработная плата, отчетность	AIS — Accounting Information System	Оклады, надбавки, премии, счета, транзакции, проводки, документы
	Показатели, бизнес-процессы, управление ресурсами	ERP — Enterprise Resource Planning	Бизнес-процессы, действия, ресурсы

Таблица 3

Сущности ИЭСКАОН

Сущность	Описание
Дела	Документы распределяются по делам
Классификаторы	Сгруппированные по различным признакам перечни документов и характеристик с уникальными кодами в соответствии с общими признаками или различиями
Объекты	Объект недвижимости
Документы	Кадастровые документы по делам
Характеристики	Совокупность сведений о характеристиках из документов

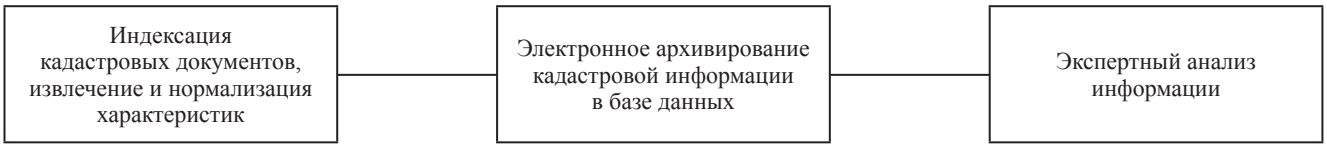

Рис. 1. Концепция интеллектуальной (экспертной) системы кадастрового аудита объектов недвижимости
Fig. 1. The concept of an intellectual (expert) system for cadastral audit of real estate objects

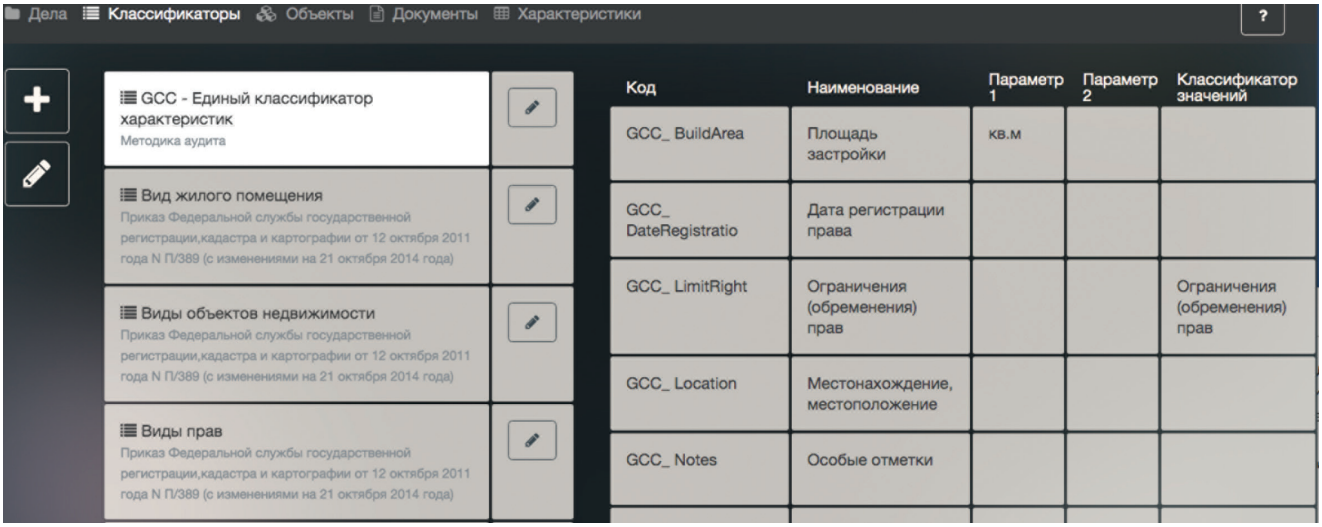

Рис. 2. Классификаторы ИЭСКАОН
Fig. 2. Classifiers of IESCAREO

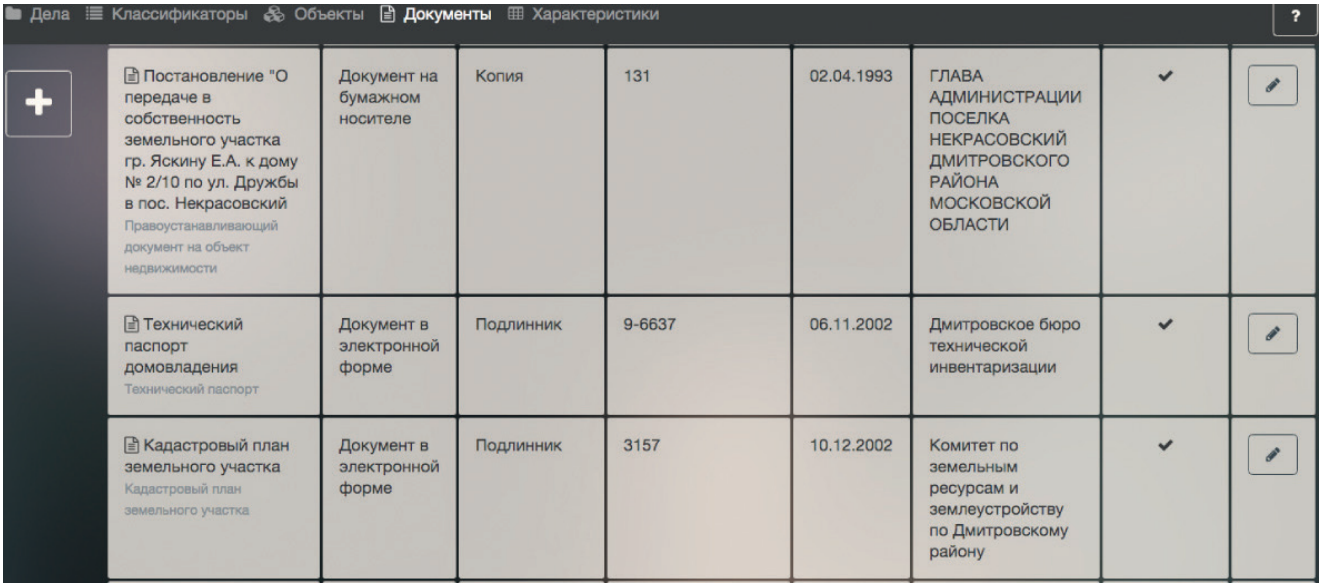

Рис. 3. Индексированные документы
Fig. 3. Indexed documents

рия автоматизируется извлечение кадастровой информации из документов с дальнейшим сохранением ее в базе данных, а также нормализация, то есть преобразование в соответствии с установленными нормативными требованиями (приведение к «общему знаменателю»). Далее необходимо смоделировать работу эксперта, например, кадастрового инженера или судебного эксперта, которому требуется получить обоснованную и достоверную модель объекта недвижимости на выбранный момент времени. В ИЭСКАОН эта задача выполняется с помощью автоматического формирования сводной таблицы документов и характеристик (рис. 5).

Внешний вид сводной таблицы сразу дает аналитику следующую информацию:

1) общее количество документов, характеристик и их значений;

2) события, произошедшие с объектом недвижимости;

3) время существования объекта недвижимости (даты издания документов);

4) состояние объекта недвижимости;

5) противоречия между значениями харак-

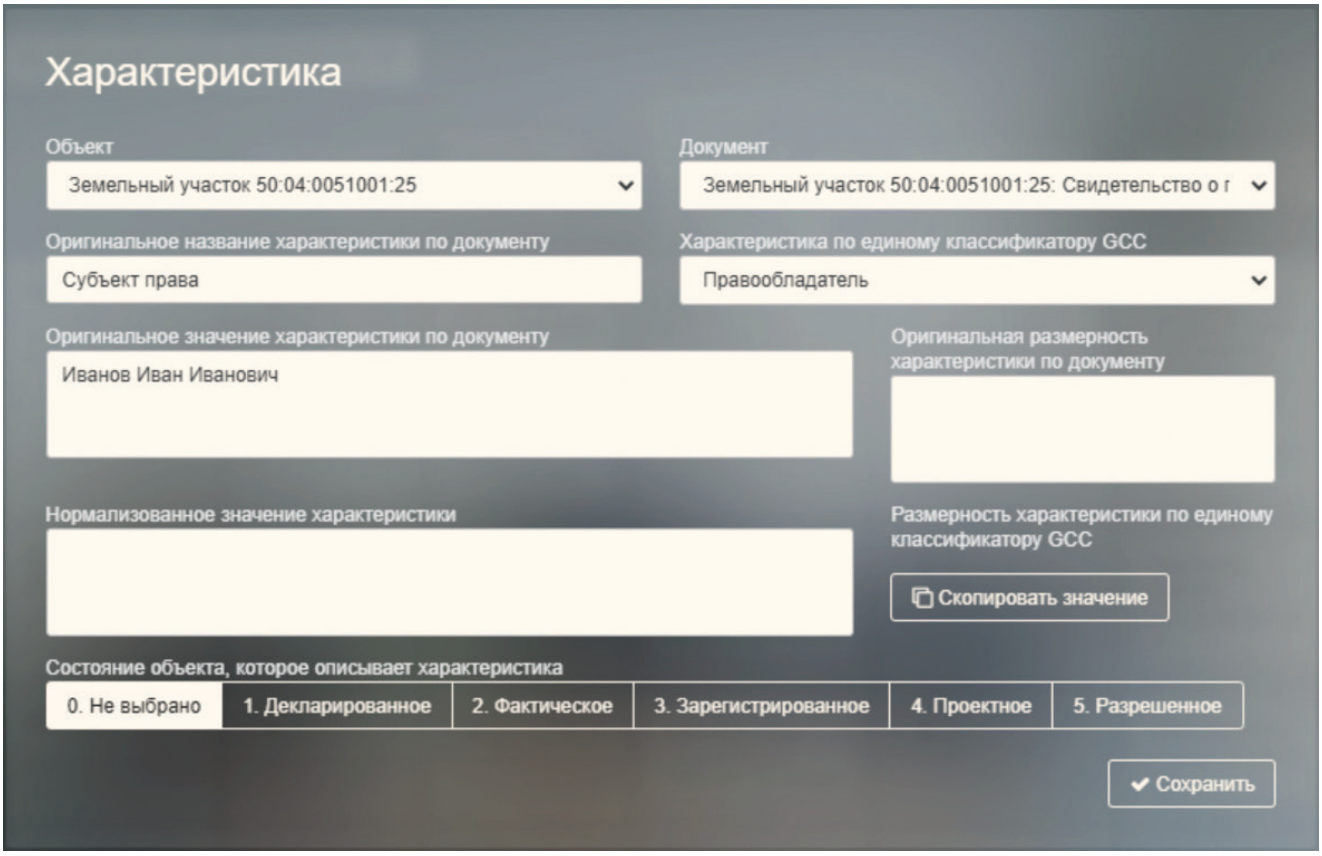

Рис. 4. Извлечение и нормализация характеристик
Fig. 4. Extraction and normalization of characteristics

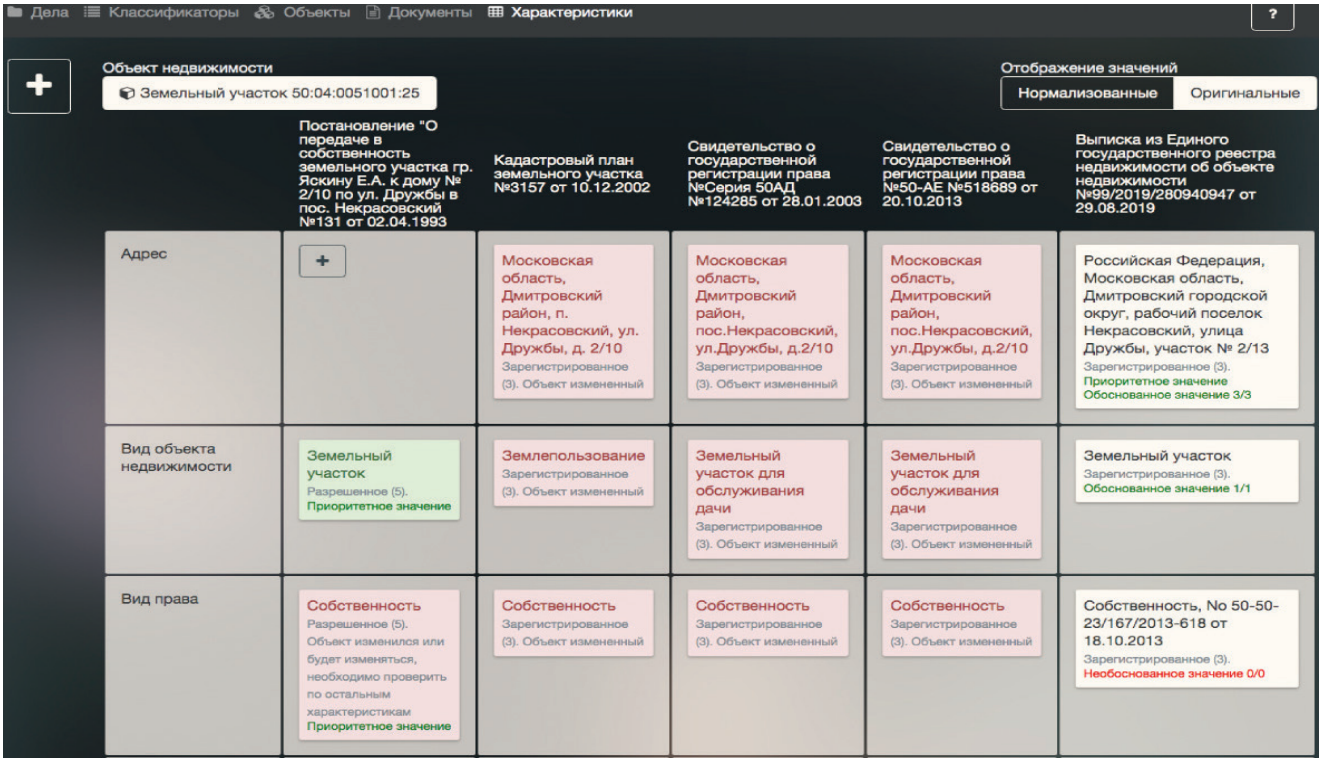

Рис. 5. Сводная таблица документов и характеристик
Fig. 5. Pivot table of documents and characteristics

теристик в документах.

Далее аналитик может выбрать набор характеристик на любой момент времени, а ИЭСКАОН автоматически выполнит анализ (рис. 6). При анализе учитывается состояние объекта недвижимости, описываемое теми или иными характеристиками. Авторами выделены следующие состояния объектов недвижимости, которые характеризуются приоритетом:

1) разрешенное — основополагающее состояние для присвоения или изменения характеристик;

2) проектное — на основании характеристик в соответствии с разрешенным состоянием планируется образование, создание или изменение объекта, описывается, каким должен быть объект в результате тех или иных мероприятий;

3) зарегистрированное — имеет приоритет над фактическим состоянием, так как по факту объект может быть уже изменен без соответствующего внесения информации в государственные реестры;

4) фактическое — отражает фактическое положение объекта;

5) декларированное — заявленные заинтересованным лицом характеристики.

После выполнения автоматического анализа выбранной модели объекта недвижимости (столбец сводной таблицы) аналитик получает промежуточный результат в виде визуально дифференцированных значений характеристик, что указывает на их различия или совпадения, а также обоснованность.

Результирующей информацией служит аналитический отчет, содержащий следующие данные:

время существования анализируемого объекта недвижимости;

общее количество выявленных по документам электронного архива кадастровых документов характеристик;

перечни обоснованных и необоснованных документами характеристик;

результаты выполненных экспертных проверок подтвержденных характеристик;

степень конкретизации объекта недвижимости подтвержденными уникальными характеристиками;

выводы и рекомендации:

по неподтвержденным характеристикам — диапазоны дат для поиска недостающих документов и наименования ресурсов их возможного хранения;

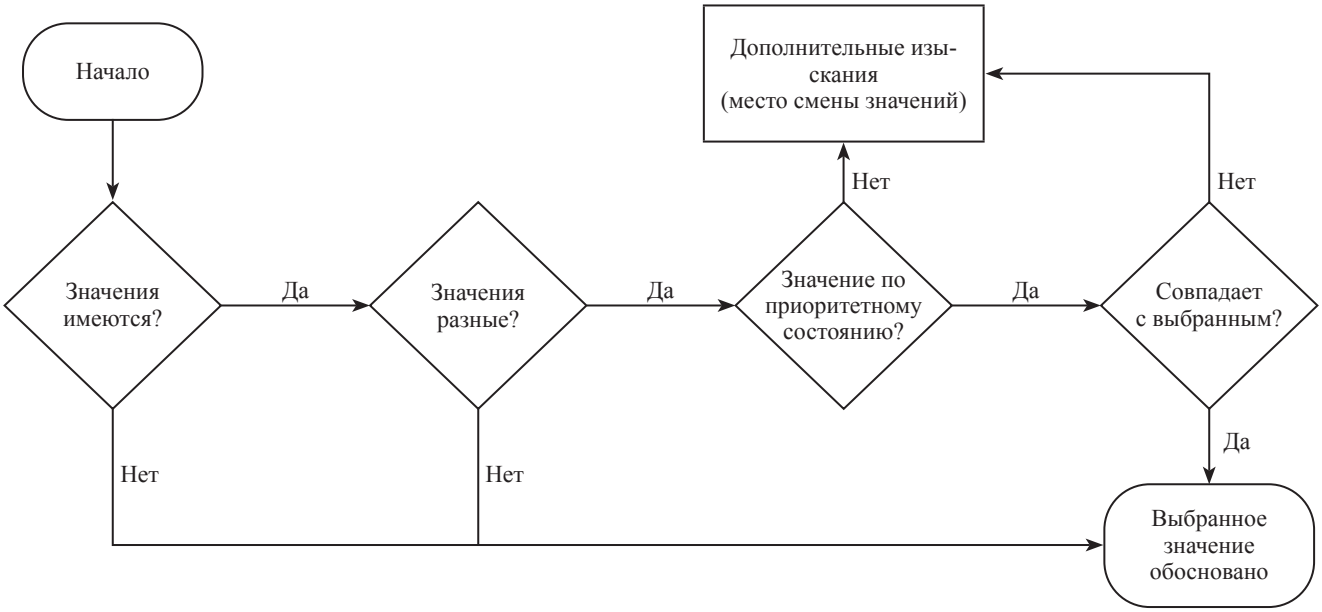

Рис. 6. Алгоритм анализа сводной таблицы
Fig. 6. Pivot table analysis algorithm

перечень необходимых работ, которые рекомендуется выполнить.

Заключение

Разработанная интеллектуальная (экспертная) система кадастрового аудита объектов недвижимости выполняет следующие задачи:

1) индексирование кадастровых документов, извлечение информации о характеристиках;

2) нормализацию данных;

3) организацию хранения данных в электронном архиве;

4) автоматизированную аналитику.

Разработка имеет важное значение для практической деятельности, так как с помощью автоматического кадастрового аудита характеристик аналитик получает сводную информацию о недвижимости на нужную дату, оценку ее обоснованности, что позволяет автоматизированно осуществить экспертную проверку сведений ЕГРН, зарегистрированных как в настоящий момент, так и в ретроспективе. Кроме того, ИЭСКАОН дает четкие рекомендации по диапазонам дат для проведения дополнительных изысканий и поиска недостающих документов.

Учитывая изложенное, разработанная ИЭСКАОН позволяет унифицированно, по единым правилам, обрабатывать исходные документы о недвижимости, что сокращает количество ошибок при работе с документами, автоматизирует кадастровую, регистрационную и судебно-экспертную деятельность, основанную главным образом на анализе входящей документации. С ее помощью автоматизировано проведение правовой и технической экспертизы кадастровых документов, что повышает качество принимаемых решений на всех уровнях установления сведений о недвижимости и их достоверность в целом.

Опыт применения ИЭСКАОН на производстве показывает повышение эффективности обработки и анализа предоставленных заказчиками кадастровых работ документов, позволяет сохранять информацию в электронном архиве для обеспечения надежного поиска и хранения информации о недвижимости, что влияет на общую продуктивность кадастровой организации и достоверность вносимых в ЕГРН сведений.

Разработанные концепция и структура интеллектуальной (экспертной) системы кадастрового аудита объектов недвижимости может служить основой проектирования, создания и ведения автоматизированных информационных кадастровых, регистрационно-учетных, интеллектуальных (экспертных) систем, а также систем поддержки принятия решений.

Благодарности. Выражаем благодарность коллективу кафедры землеустройства и кадастров МИИГАиК, а также сотрудникам ООО «Геодезия и кадастр» за содействие в написании настоящей работы.

Acknowledgements. We express our gratitude to the staff of the Department of Land Management and Cadastres of MIIGAiK, as well as to the staff of LLC "Geodesy and Cadastre" for assistance in writing this work.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Катаев В.А., Шмелев Е.Е.* Экспериментальная среда multi Studio для разработки интеллектуальных систем // XIII национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием: Труды конференции, Белгород. 2012. С. 69–75.

2. *Кравченко Т.К.* Экспертная система поддержки принятия решений // Открытое образование. 2010. № 6. С. 147–156.

3. *Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л.* Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. СПб. БХВ-Петербург, 2003. 606 с.

REFERENCES

1. *Kataev V.A., Shmelev E.E.* Experimental multi Studio environment for the development of intelligent systems. *XIII National Conference on Artificial Intelligence with International Participation: Conference Proceedings,* Belgorod. 2012: 69–75. [In Russian].

2. *Kravchenko T.K.* Expert decision support system. *Otkrytoe obrazovanie*. 2010, 6: 147–156. [In Russian].

3. *Chastikov A.P., Gavrilova T.A., Belov D.L. Razrabotka ekspertnyh sistem.* Development of expert systems. CLIPS Environment. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2003: 606 p. [In Russian].

4. *Сидоренко М.И., Осенняя А.В.* Применение экспертной системы для лучшей точности определения кадастровой стоимости массовыми методами // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2015. № 2. С. 95–97.

5. *Семенова, Е.А.* Исследование особенностей применения экспертных систем для стандартизации кадастровой оценки городских земель и разработка моделей их информационного обеспечения: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.: МИИГАиК, 2005. 24 с.

6. *Кусов В.И.* Концепция экспертной системы кадастровой оценки территории // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2005. № 3. С. 120–125.

7. *Григорьев С.А.* Некоторые аспекты использования электронного архива в документообороте государственного земельного кадастра России // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2005. № 6. С. 137–142.

8. *Григорьев С.А.* Аспекты формирования и использования электронного архива документов кадастра объектов недвижимости. М.:МИИГАиК, 2007. 14 с. Деп. в ОНИПР ЦНИИГАиК 10.10.2007 г. № 890.

9. *Felus Y.* On-line expert system for the Israeli cadastral system // Geomatica. 2001. V. 55. №. 1. P. 39–46.

10. *Hayes-Roth F., Waterman D.A., Lenat D.B.* Building expert system. Addison-Wesley. 1983. 444 p.

11. *O`Keefe R.M., Balci O., Smith E.P.* Validation of expert system performance. – Department of Computer Science, Virginia Polytechnic Institute & State University, 1986. 21 p.

12. *Liao S.H.* Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004 // Expert systems with applications. 2005. V. 28. №. 1. P. 93–103.

4. *Sidorenko M.I., Osennia A.V.* Application of the expert system for better accuracy in determining the cadastral value by mass methods. *Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskij vestnik)*. 2015, 2: 95–97. [In Russian].

5. *Semenova E.A.* Research of the features of the use of expert systems for standardization of cadastral valuation of urban lands and the development of models of their information support: PhD-thesis, Moscow: MIIGAiK, 2005: 24 p. [In Russian].

6. *Kusov V.I.* The concept of the expert system of cadastral assessment of the territory. *Izvestia vuzov «Geodesy and Aerophotosurveying»*. 2005, 3: 120–125. [In Russian].

7. *Grigoriev S.A.* Some aspects of using the electronic archive in the document flow of the state land cadastre of Russia. *Izvestia vuzov «Geodesy and Aerophotosurveying»*. 2005, 6: 137–142. [In Russian].

8. *Grigoriev S.A.* Aspects of the formation and use of the electronic archive of documents of the cadastre of real estate objects. Moscow, MIIGAiK. 2007: 14 p. Dep. in ONIPR TsNIIGAiK, 10.10.2007, № 890. [In Russian].

9. *Felus Y.* On-line expert system for the Israeli cadastral system. Geomatica. 2001, 55 (1): 39–46.

10. *Hayes-Roth F., Waterman D.A., Lenat D.B.* Building expert system. Addison-Wesley. 1983. 444 p.

11. *O`Keefe R.M., Balci O., Smith E.P.* Validation of expert system performance. Department of Computer Science, Virginia Polytechnic Institute & State University, 1986. 21 p.

12. *Liao S.H.* Expert system methodologies and applications – a decade review from 1995 to 2004. Expert systems with applications. 2005, 28 (1): 93–103.