

УДК 004.415.2:332.72

Архитектура и компоненты информационной системы управления объектами недвижимости

В.И. Путнин

*Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
Рязань, Россия*

В статье рассматриваются архитектура и функциональный состав информационной системы управления объектами жилой недвижимости, ориентированной на частных собственников и управляющие компании, сдающие жильё в долгосрочную аренду. Предложена модульная архитектура, в которой ядро системы (реестр объектов, инвентарь инженерных систем, правоустанавливающие документы) дополняется модулями управления арендой, учёта коммунальных и налоговых платежей, онлайн-оплаты аренды по ссылке и фиксации состояния объекта при заселении и выселении. Описаны аналитические модули динамики арендной ставки и инвестиционной доходности объекта. Приведены логическая модель данных, алгоритм расчёта возврата обеспечительного платежа и формулы показателей доходности. Показано, что предложенная архитектура обеспечивает прослеживаемость жизненного цикла объекта и сокращает долю ручных операций собственника.

Ключевые слова: информационная система, архитектура программного обеспечения, управление недвижимостью, модульная архитектура, аренда жилья, обеспечительный платёж.

Architecture and Components of a Real Estate Property Management Information System

V.I. Putnin

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russia

The paper examines the architecture and functional composition of a real estate property management information system designed for private owners and management companies renting out residential property on a long-term basis. A modular architecture is proposed in which the system core (property registry, inventory of building systems, title documents) is extended by modules for lease management, utility and tax payment tracking, online rent payment via link and move-in/move-out condition inspection. Analytical modules for rental rate dynamics and investment return are described. The logical data model, the security deposit settlement algorithm and profitability formulas are presented. The proposed architecture is shown to ensure traceability of the property life cycle and to reduce the share of manual operations performed by the owner.

Keywords: information system, software architecture, real estate management, modular architecture, residential rental, security deposit.

Введение

Сдача жилой недвижимости в аренду остаётся одним из распространённых способов инвестирования для физических лиц и малого бизнеса. При владении несколькими объектами собственник сталкивается с необходимостью одновременно вести учёт технического состояния квартир и домов, хранить правоустанавливающие документы, контролировать договоры аренды и поступление платежей, оплачивать коммунальные услуги и налоги, а также оценивать фактическую доходность вложений.

На практике эти задачи часто решаются с помощью разрозненных электронных таблиц, мессенджеров и бумажных архивов, что приводит к потере данных, спорам с арендаторами при возврате обеспечительного платежа и невозможности объективно оценить окупаемость объекта.

Системы класса Property Management System (PMS) получили широкое распространение по всему миру, однако большинство коммерческих решений ориентированы на гостиничный бизнес или крупные управляющие компании и не учитывают требований российского законодательства в части аренды (глава 34 ГК РФ), обеспечительного платежа (ст. 381.1 ГК РФ), налогообложения доходов от аренды (глава 23 НК РФ, налог на профессиональный доход) и защиты персональных данных арендаторов (Федеральный закон № 152-ФЗ).

Целью настоящей работы является разработка архитектуры и определение состава компонентов PMS для управления жилой недвижимостью, сдаваемой в долгосрочную аренду, с учётом полного жизненного цикла объекта: от приобретения до продажи.

Материалы и методы

При проектировании использовались принципы предметно-ориентированного проектирования (Domain-Driven Design) [1], позволяющие выделить в предметной области ограниченные контексты и сопоставить им отдельные программные модули. Для выбора архитектурного стиля рассматривались монолитная, модульно-монолитная и микросервисная архитектуры [2, 3]. Требования к качеству программного обеспечения формулировались на основе модели ISO/IEC 25010 [4], а архитектурные решения оценивались с позиции атрибутов качества, описанных в работе [5]: модифицируемости, безопасности, доступности и производительности. При проектировании хранилища данных учитывались рекомендации по построению систем, интенсивно работающих с данными [6].

Результаты

Общая архитектура системы

В качестве базового архитектурного стиля предлагается модульный монолит с чётко выделенными границами модулей и асинхронным обменом событиями через брокера сообщений. Такой подход сохраняет простоту развёртывания, характерную для монолита, и одновременно позволяет в дальнейшем вынести наиболее нагруженные или критичные модули (например, платёжный) в отдельные сервисы без переработки остальной системы [3].

Система состоит из пяти логических уровней. Уровень представления включает веб-кабинет собственника или управляющего, мобильное приложение и упрощённый портал арендатора, доступ к которому осуществляется в том числе по персональной ссылке без регистрации. Уровень API-шлюза отвечает за аутентификацию, авторизацию на основе ролей (собственник, управляющий, бухгалтер, арендатор), ограничение частоты запросов и маршрутизацию. Уровень прикладных модулей реализует бизнес-логику предметной области. Уровень данных включает реляционную СУБД для структурированных сведений и объектное хранилище для документов, фотографий и квитанций. Интеграционный уровень обеспечивает взаимодействие с платёжным шлюзом (интернет-эквайринг, система быстрых платежей), SMS- и e-mail-провайдерами, а также с оператором фискальных данных при необходимости формирования кассовых чеков в соответствии с Федеральным законом № 54-ФЗ [7].

Общая схема компонентов системы представлена ниже (рис.).

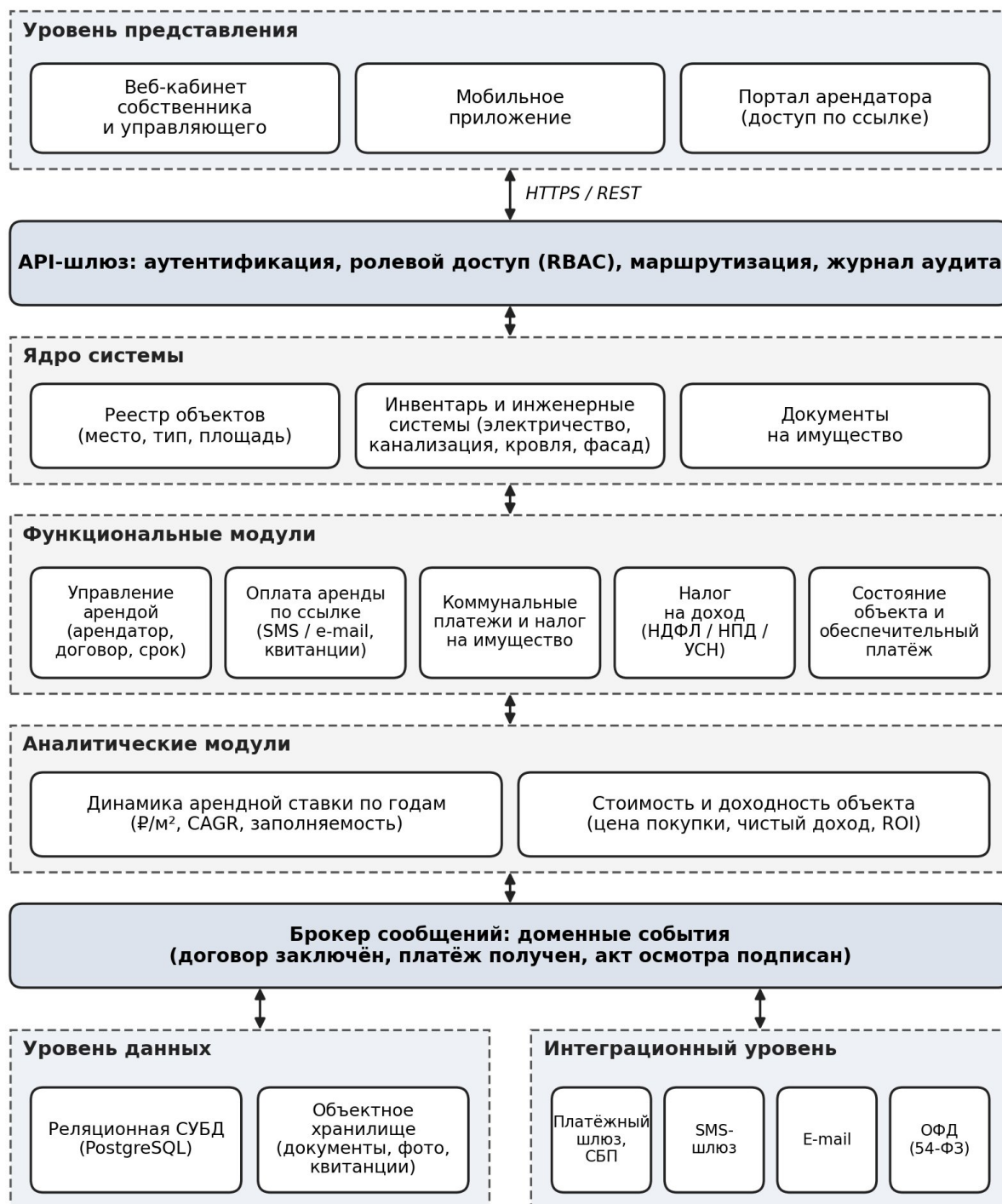


Рисунок. Компонентная архитектура системы управления недвижимостью

Состав модулей и их назначение обобщены ниже (табл.).

Таблица

Модули системы и их назначение

Модуль	Тип	Основные сущности	Назначение
Реестр объектов	Ядро	Объект, адрес, тип, площадь	Единый учёт портфеля недвижимости
Инвентарь и инженерные системы	Ядро	Инженерная система, элемент оснащения	Учёт обязательного оборудования по категориям
Документы на имущество	Ядро	Документ, версия, срок действия	Хранение документов о правах на объект
Аренда	Функциональный	Арендатор, договор, документы арендатора	Управление арендными отношениями
Коммунальные платежи и налог на имущество	Функциональный	Начисление, лицевой счёт, показания	Учёт электроэнергии, воды, вывоза ТКО, налога на имущество
Налог на доход	Функциональный	Налоговый период, режим, сумма налога	Расчёт налоговых обязательств собственника
Состояние объекта и депозит	Функциональный	Акт осмотра, фотофиксация, расчёт удержаний	Обоснование возврата обеспечительного платежа
Оплата аренды по ссылке	Функциональный	Счёт, платёжная ссылка, транзакция, квитанция	Приём платежей и хранение истории
Динамика арендной ставки	Аналитический	Временной ряд ставок	Анализ изменения цены аренды по годам
Стоимость и доходность	Аналитический	Цена приобретения, денежные потоки	Оценка окупаемости и доходности

Ядро системы

Реестр объектов хранит карточку каждого объекта недвижимости: адрес и географические координаты, кадастровый номер, тип объекта (квартира, апартаменты, частный дом, комната, коммерческое помещение), общую и жилую площадь, этаж, количество комнат, год постройки и текущий статус (свободен, сдан, на ремонте, выставлен на продажу). Карточка является корневым агрегатом, с которым связаны все прочие сущности системы, что обеспечивает возможность получить полную историю объекта из одной точки.

Модуль инвентаря и инженерных систем описывает содержимое объекта и его конструктивные элементы. Ключевым проектным решением является двухуровневая классификация: каждый элемент оснащения относится к одной из инженерных систем или конструктивных групп. Например, электроплита и розетки относятся к электроснабжению, смесители и водонагреватель к водоснабжению и канализации, холодильник и стиральная машина к бытовой технике. Отдельно выделены отопление и вентиляция, окна и двери, отделка, а также кровля и фасад. Две последние группы нужны не всегда. Владелец частного дома отвечает за кровлю сам, а в многоквартирном доме это обязанность управляющей организации. Поэтому пользователь может отключать лишние группы и добавлять свои. В карточке элемента указаны производитель, модель, серийный номер, дата установки, гарантия, ожидаемый срок службы, текущее состояние и признак обязательности. По этим датам система строит график обслуживания. Сам перечень элементов затем становится основой чек-листа осмотра, о котором речь пойдет ниже.

Модуль документов на имущество хранит выписки из ЕГРН, договоры купли-продажи, техпаспорта, страховые полисы и гарантийные талоны. Сами файлы лежат в объектном хранилище. В базе остаются только метаданные: тип и номер документа, дата выдачи, срок действия и объект, к которому он относится. Когда документ заменяют новым, например получают свежую выписку, старая версия не удаляется. Для полисов и других документов с ограниченным сроком действия система заранее присылает напоминание; за сколько дней до окончания срока оно придет, собственник задает в настройках.

Модуль управления арендой

Модуль аренды ведет учет арендаторов и договоров. В карточке арендатора хранятся ФИО, телефон и электронная почта, реквизиты паспорта и сканы документов. Телефон и почту использует также модуль оплаты для отправки ссылок. Все это персональные данные, и здесь действует Федеральный закон № 152-ФЗ [8]. Нужно согласие арендатора на обработку, сканы хранятся в зашифрованном виде, открыть их могут только собственник и управляющий, а каждое обращение записывается в журнал.

Договор описывается по правилам главы 34 ГК РФ [10]. В нем указаны срок действия, размер арендной платы и периодичность ее внесения, день оплаты, сумма обеспечительного платежа, порядок оплаты коммунальных услуг и индексации ставки. Отдельно стоит сказать о сроке проживания. Его не вводят вручную: система складывает периоды всех договоров арендатора по объекту, включая продления. На практике это полезно. Арендатора, который живет в квартире третий год и ни разу не задержал оплату, собственник вряд ли захочет потерять из-за резкого повышения ставки. При заключении, продлении и расторжении договора модуль публикует событие, на которое реагируют модули оплаты, аналитики и оценки состояния.

Модуль оплаты аренды по ссылке

Задача модуля в том, чтобы арендатор мог заплатить, ничего не устанавливая. Когда по графику подходит дата платежа, система сама выставляет счет и создает для него ссылку. В ссылку встроен криптографически стойкий одноразовый токен, который перестает действовать по истечении срока, заданного в настройках системы. Арендатор получает ссылку по SMS и на почту, она же доступна в портале арендатора. Открыв ее, он видит сумму, период и назначение платежа, а затем переходит на форму оплаты картой или получает QR-код Системы быстрых платежей. После проведения операции платёжный шлюз уведомляет систему через защищённый вебхук, подпись которого проверяется, и статус счёта меняется на «оплачен». Система формирует квитанцию в формате PDF, сохраняет её в объектном хранилище, связывает с договором и направляет арендатору.

Важным требованием является идемпотентность обработки уведомлений от платёжного шлюза: повторное получение одного и того же уведомления не должно приводить к двойному зачислению. Для этого каждая транзакция идентифицируется внешним идентификатором платёжной системы, на который наложено ограничение уникальности. Данные банковских карт в системе не хранятся, что выводит её из основной области требований стандарта PCI DSS [11] и снижает риски утечки. Правовой основой взаимодействия с операторами переводов служит Федеральный закон № 161-ФЗ [12]. История платежей и все квитанции хранятся бессрочно и доступны как собственнику, так и арендатору, что исключает споры о факте оплаты.

При отсутствии оплаты к установленному сроку система отправляет напоминания по настраиваемому расписанию.

Модуль коммунальных платежей и налога на имущество

Модуль учитывает обязательные расходы собственника по каждому объекту: оплату электроэнергии, холодного и горячего водоснабжения, водоотведения, вывоза твёрдых коммунальных отходов, отопления, взносов на капитальный ремонт [13], а также налога на имущество физических лиц (глава 32 НК РФ). Для каждого вида услуги хранятся поставщик, номер лицевого счёта, тариф, показания приборов учёта и история начислений и оплат. Если по условиям договора часть коммунальных платежей несёт арендатор, модуль формирует для него отдельное начисление, которое передаётся в модуль оплаты по ссылке. Все расходы классифицируются по статьям и передаются в аналитический модуль доходности.

Модуль налога на доход

Модуль рассчитывает налоговые обязательства собственника по доходам от аренды в зависимости от выбранного режима налогообложения: налог на доходы физических лиц по ставкам ст. 224 НК РФ [14], налог на профессиональный доход (4% при расчётах с физическими лицами и 6% при расчётах с юридическими лицами) [15] или упрощённая система налогообложения для индивидуальных предпринимателей. Налоговая база формируется автоматически на основании фактически поступивших арендных платежей из платёжного модуля. Модуль формирует сводку по налоговому периоду, напоминает о сроках уплаты и хранит подтверждения уплаты. Справочник ставок вынесен в конфигурацию, поскольку налоговое законодательство подвержено изменениям.

Модуль оценки состояния объекта и расчёта обеспечительного платежа

Одной из наиболее частых причин конфликтов между собственником и арендатором является возврат обеспечительного (страхового) платежа. Согласно ст. 381.1 ГК РФ [9] обеспечительный платёж засчитывается в счёт исполнения обязательства при наступлении предусмотренных договором обстоятельств, а в силу ст. 622 ГК РФ арендатор обязан вернуть имущество в том состоянии, в котором он его получил, с учётом нормального износа. Следовательно, для обоснованного решения необходимо документально зафиксировать состояние объекта до заселения и после выселения.

Модуль реализует процедуру осмотра на основе чек-листа, который автоматически формируется из инвентаря объекта: каждому элементу оснащения соответствует строка акта. Для каждого элемента при заселении и при выселении фиксируются оценка состояния по порядковой шкале (например, от 5 – «отличное» до 1 – «неисправно или отсутствует»), текстовый комментарий и фотографии с метками даты и времени. Акт подписывается обеими сторонами простой электронной подписью (подтверждение кодом из SMS), после чего становится неизменяемым.

При выселении система сопоставляет два акта поэлементно. Для каждого элемента вычисляется снижение оценки состояния:

$$\Delta S_i = S_{i, \text{засел}} - S_{i, \text{высел}}, \quad (1)$$

где $S_{i, \text{засел}}$, $S_{i, \text{высел}}$ – оценки состояния i -го элемента при заселении и при выселении соответственно.

Снижение, не превышающее допустимого порога, соответствующего нормальному износу с учётом срока проживания и планового срока службы элемента, не учитывается. При превышении порога собственник указывает стоимость ремонта или замены, подтверждённую документом, и сумма удержания определяется как

$$U = D, \sum_i C_i + A, \quad (2)$$

где D – размер обеспечительного платежа; C_i – обоснованная стоимость устранения повреждения i -го элемента; A – задолженность арендатора по арендной плате и коммунальным платежам, получаемая из соответствующих модулей.

Сумма к возврату арендатору составляет $D - U$. Система формирует итоговый расчёт с приложением фотографий «до» и «после» для каждого повреждения, что делает решение прозрачным и снижает вероятность судебного спора.

Аналитический модуль динамики арендной ставки

Модуль строит временной ряд арендных ставок по каждому объекту на основе истории договоров. Для сопоставимости объектов разной площади рассчитывается удельная ставка за квадратный метр в месяц. Основными показателями являются годовое изменение ставки и среднегодовой темп роста за период владения:

$$CAGR = \frac{R_{\text{кон}}^{\frac{1}{n}}}{R_{\text{нач}}} - 1, \quad (3)$$

где $R_{\text{нач}}$, $R_{\text{кон}}$ – среднемесячная ставка в начальном и конечном годах; n – количество лет.

Модуль также рассчитывает коэффициент заполняемости объекта (доля дней, в течение которых объект был сдан) и потери дохода от простоя между арендаторами. Результаты отображаются в виде графиков и могут использоваться собственником для обоснования индексации ставки при продлении договора.

Аналитический модуль стоимости и доходности недвижимости

Модуль хранит сведения о приобретении объекта (цена покупки, сопутствующие расходы: комиссия, государственная пошлина, первоначальный ремонт) и агрегирует все денежные потоки из других модулей. Накопленный чистый доход с момента владения определяется как

$$NI = \sum_t Rent_t - \sum_t Util_t - \sum_t Tax_t - \sum_t Maint_t, \quad (4)$$

где $Rent_t$, $Util_t$, Tax_t , $Maint_t$ – соответственно поступившая арендная плата, коммунальные расходы собственника, налоги и расходы на обслуживание и ремонт в периоде t .

На основе накопленного чистого дохода рассчитывается доходность инвестиций

$$ROI = \frac{NI}{I_0}, \quad (5)$$

где I_0 – совокупные затраты на приобретение объекта.

Дополнительно определяются годовая арендная доходность (отношение годового чистого дохода к стоимости объекта) и оценочный срок окупаемости. При внесении текущей рыночной оценки объекта модуль показывает совокупную доходность с учётом изменения стоимости. Такой анализ позволяет собственнику

сравнивать объекты портфеля между собой и обоснованно принимать решения о продаже или приобретении.

Модель данных

Логическая модель данных построена вокруг сущности «Объект недвижимости», с которой связаны отношения «один ко многим» инженерные системы и элементы оснащения, документы, договоры аренды, начисления коммунальных платежей и акты осмотра. Договор аренды связывает объект и арендатора и является родительской сущностью для графика платежей, счетов, транзакций и квитанций. Акт осмотра относится к договору и имеет тип «заселение» или «выселение», а строки акта ссылаются на элементы оснащения, что обеспечивает поэлементное сравнение. Финансовые сущности всех модулей содержат ссылку на объект и статью доходов или расходов, что позволяет аналитическим модулям строить отчёты без дублирования данных [16]. Для аналитики предусмотрены материализованные представления, обновляемые по событиям изменения финансовых данных.

Обсуждение

Предложенная архитектура обладает рядом преимуществ по сравнению с учётом в разрозненных инструментах. Единая карточка объекта обеспечивает прослеживаемость его истории: от покупки и оснащения до смены арендаторов и изменений состояния. Сильнее всего это заметно там, где раньше чаще всего возникали споры, то есть при возврате депозита. Акт осмотра собирается из того же инвентаря, поэтому сторонам приходится обсуждать не «было или не было», а конкретные строки с оценками и фотографиями. Кроме того, данные не вводятся дважды: поступивший платеж сразу попадает и в налоговую базу, и в расчет доходности.

Почему выбран модульный монолит, а не микросервисы? Система рассчитана на частных владельцев и небольшие управляющие компании, у которых от пары квартир до нескольких сотен объектов. При такой нагрузке содержать десяток отдельных сервисов с оркестрацией и мониторингом неоправданно дорого [3]. При этом не хотелось закрывать путь к разделению, поэтому модули общаются через брокера сообщений. Если со временем платежный модуль станет узким местом, его можно будет вынести в отдельный сервис.

У предложенного решения есть слабые места. Налоговое законодательство меняется почти каждый год, и справочник ставок придется регулярно обновлять. Оценки в актах осмотра тоже субъективны: одну и ту же царапину на столешнице собственник оценит на «3», а арендатор на «4». Частично эту проблему может снять автоматическое распознавание повреждений по фотографиям методами компьютерного зрения, и это первое направление, которое мы планируем развивать. Другие направления: прогноз арендной ставки по внешним рыночным данным и интеграция с государственными информационными системами.

Заключение

Результатом работы стала архитектура системы управления жилой недвижимостью, сдаваемой в аренду, построенная как модульный монолит. В ее центре находится карточка объекта с инвентарем по инженерным системам и документами. Вокруг нее расположены модули аренды, оплаты по ссылке, коммунальных платежей и налогов, осмотра объекта и два аналитических модуля. Наиболее практически

значимым результатом мы считаем алгоритм расчета удержаний из обеспечительного платежа. Поэлементное сравнение актов дает собственнику обоснование, которое можно предъявить арендатору, а при необходимости и суду. В архитектуре учтены требования ГК РФ, НК РФ, 54-ФЗ, 152-ФЗ и 161-ФЗ, поэтому ее можно использовать как основу для программных продуктов для собственников и управляющих компаний.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Evans E. Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software / E. Evans. – Boston: Addison-Wesley, 2003. – 560 p.
2. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems / S. Newman. – 2nd ed. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. – 616 p.
3. Richardson Ch. Microservices Patterns: With Examples in Java / Ch. Richardson. – Shelter Island: Manning, 2018. – 520 p.
4. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. – Geneva: ISO, 2011. – 34 p.
5. Bass L. Software Architecture in Practice / L. Bass, P. Clements, R. Kazman. – 3rd ed. – Boston: Addison-Wesley, 2012. – 640 p.
6. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка / М. Клеппман. – СПб.: Питер, 2018. – 640 с.
7. О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчётов в Российской Федерации: Федеральный закон от 22 мая 2003 г. № 54-ФЗ: [принят Государственной Думой 25 апреля 2003 г.: одобрен Советом Федерации 14 мая 2003 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2003. – № 21. – Ст. 1957.
8. О персональных данных: Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ: [принят Государственной Думой 8 июля 2006 г.: одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 31 (Ч. 1). – Ст. 3451.
9. Часть первая Гражданского кодекса Российской Федерации от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ: [принята Государственной Думой 21 октября 1994 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.
10. Часть вторая Гражданского кодекса Российской Федерации от 26 января 1996 г. № 14-ФЗ: [принята Государственной Думой 22 декабря 1995 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996. – № 5. – Ст. 410.
11. Payment Card Industry Data Security Standard: Requirements and Testing Procedures. Version 4.0 // PCI Security Standards Council [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pcisecuritystandards.org/> (дата обращения: 20.09.2026).
12. О национальной платёжной системе: Федеральный закон от 27 июня 2011 г. № 161-ФЗ: [принят Государственной Думой 14 июня 2011 г.: одобрен Советом Федерации 22 июня 2011 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011. – № 27. – Ст. 3872.
13. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 188-ФЗ: [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г.: одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2005. – № 1 (Ч. 1). – Ст. 14.
14. Часть вторая Налогового кодекса Российской Федерации от 5 августа 2000 г. № 117-ФЗ: [принята Государственной Думой 19 июля 2000 г.: одобрена Советом Федерации 26 июля 2000 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2000. – № 32. – Ст. 3340.

15. О проведении эксперимента по установлению специального налогового режима «Налог на профессиональный доход»: Федеральный закон от 27 ноября 2018 г. № 422-ФЗ: [принят Государственной Думой 15 ноября 2018 г.: одобрен Советом Федерации 23 ноября 2018 г.] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2018. – № 49 (Ч. 1). – Ст. 7494.

16. Фаулер М. Шаблоны корпоративных приложений / М. Фаулер. – М.: Вильямс, 2016. – 544 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Путнин Валерий Игоревич, бакалавр, Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Рязань, Россия.