

Консультационная информационно-аналитическая система для выработки и принятия эффективных управленческих решений территориальными администрациями¹

Ф. Т. Алескеров*, А. П. Вайншток**, А. Б. Дерендяев**, Ю. В. Зонтов*,
Д. С. Ткачев*, В. И. Якуба***

* НИУ Высшая школа экономики, Мясницкая улица, 20, Москва, 101000, Россия

** Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук, Большой
Каретный пер., 19 Москва, 127051, Россия

*** Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук, Профсоюзная,
65, Москва, 117997, Россия

Поступила в редколлегию 14.09.2025 г. Принята 10.10.2025 г.

Аннотация—Консультационная система для выработки и принятия высококачественных решений территориальными органами управления представляет собой инструмент, обеспечивающий актуальную и надежную информацию о процессах и условиях жизнедеятельности населения, а также средства для анализа социально-экономических показателей и функционирования инфраструктуры. Средства анализа должны помочь обнаружить проблемные ситуации («узкие места») в обеспечении качества проживания населения и сформировать «дерево» целей управления для развития территории и улучшения жизнедеятельности населения. Решение этих задач возможно созданием человеко-машинной платформы сценарного анализа развития территорий для многочисленных аспектов управления. Процесс принятия решений основан на моделях анализа и интерпретации текущих наблюдаемых и прогнозируемых сценарных значениях показателей функционирования муниципальных образований региона для достижения эффективности как оперативно-го управления, так и стратегического планирования. Разрабатываемая информационная система призвана стать удобным и мощным инструментом для проведения анализа уровня развития региона, сценарного анализа поддержки планирования и принятия высококачественных управленческих решений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: территориальное управление, принятие решений, сценарный подход, человеко-машинная вычислительная платформа.

DOI: 10.53921/18195822_2025_25_3_357

1. ВВЕДЕНИЕ

Задачи территориальных административных органов управления, как правило, формируются одновременно по нескольким различным направлениям развития региона таким образом, что для их решения необходима стратегия выявления приоритетных проблем в условиях ограниченных ресурсов, решение которых оптимально удовлетворяет интересы населения.

Консультационная система предназначена для обеспечения территориальных органов власти комплексной информацией о процессах и условиях жизнедеятельности населения. Система также предоставляет инструментарий для анализа функционирования подсистем региона

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-61-00030, <https://rscf.ru/project/24-61-00030/>

и анализа социально-экономической ситуации в муниципальных образованиях региона. Такие средства анализа помогают в выявлении проблемных ситуаций в обеспечении условий качества жизни населения и формировании приоритетов целей управления для развития территории и улучшения жизнедеятельности населения территориальных образований.

В консультационной системе реализована возможность сценарного анализа развития территорий для основных аспектов управления территорией. Процесс принятия решений с использованием системы основан на анализе текущих наблюдаемых и прогнозируемых показателей функционирования муниципальных образований региона для достижения эффективности как оперативного управления, так и стратегического планирования. Разрабатываемая система призвана стать удобным и мощным инструментом для проведения комплексного анализа уровня развития региона, сценарного анализа поддержки планирования и принятия высококачественных управленческих решений.

Задачами, на которых отрабатываются технологические решения для построения консультационной вычислительной системы для выработки и принятия эффективных управленческих решений территориальными администрациями, являются задачи повышения качества условий проживания населения. В системе реализованы модели расчета интегральных параметров, агрегирующих наборы исходных показателей по муниципальным образованиям и отражающих различные аспекты условий качества жизни населения, такие, как, например, развитость инфраструктуры, транспорта, социальноэкономические условия проживания на территории. Такие агрегирующие модели дают возможность выявлять проблемные ситуации («узкие места») в обеспечении условий качества жизни населения и соответствующим образом сформировать иерархию целей управления в регионе.

Критерием качества является удовлетворённость населения, получаемая на основе «пороговых» оценок. Этот критерий представляется интегральным параметром, агрегирующим набор разнообразных показателей, характеризующих инфраструктуру и социально-экономические аспекты условий проживания населения в регионе (районе, городе).

Математические модели агрегирования критериев и методы, связанные с поддержкой принятия управленческих решений территориальными администрациями, а также их реализация в настольной системе представлены в работах [1-3]. Система была апробирована на более чем десяти регионах России.

Указанные цели определяют подход к построению архитектуры системы. Разрабатываемая система является распределённой, клиент-серверной, сервисной, веб-ориентированной, имеет модульную структуру. Такая архитектура позволяет упростить задачи распространения и организации доступа пользователей. Веб-браузеры, выступающие в качестве «тонкого клиента» системы, в настоящее время доступны на всех распространенных платформах, как настольных, так и мобильных. Это позволит упростить доступ пользователей, так как исключает необходимость установки дополнительного клиентского программного обеспечения, а также организацию доступа пользователей к актуализированным данным и модифицированным программным средствам. Также, при необходимости, клиент-серверная архитектура позволяет осуществлять разработку специализированных мобильных или настольных клиентских приложений. В этом случае могут быть повторно использованы веб-сервисы, предоставляемые системой. Распределённая модульная архитектура позволяет комбинировать компоненты, разрабатываемые с использованием различных стеков технологий.

2. СУЩЕСТВУЮЩИЕ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ WEB-СИСТЕМ

Рассмотрим несколько определений, использующихся в данной работе. Под «информационно-аналитической системой» (далее – ИАС) мы понимаем набор информационных технологий и

технических средств (программное и аппаратное обеспечение), предназначенный для обработки и представления информации, содержащейся в базах данных [4].

Под «архитектурой системы» мы понимаем совокупность модели данных, логической и физической структуры, набора выполняемых функций и взаимосвязи компонентов. При описании архитектуры информационных систем часто используют разделение на следующие логические «слои»:

Слой представления содержит клиентскую часть системы, в том числе графический пользовательский интерфейс («GUI», Graphical User Interface). Данный компонент информационной системы предназначен для представления (графического или табличного) данных и отправки команд нижележащим компонентам.

Слой бизнес-логики содержит программную логику обработки команд, полученных от пользователя посредством слоя представления, и реализации вычислительных задач информационной системы. Наиболее частым вариантом реализации данного слоя является серверная часть приложения («backend»). К данному слою, как правило, также относится система управления базой данных (СУБД) – компонент доступа и управления данными [5].

Слой доступа к данным содержит непосредственно Базу данных – хранилище данных в структурированном виде (реляционном или ином, в зависимости от природы данных и стоящих перед информационной системой задач).

Подобная многослойная структура ИС получила название трехслойной архитектуры и в настоящее время широко применяется [6]. Следует отметить, что реализация слоёв данной архитектуры может быть осуществлена различными способами. В случае, если компоненты слоёв ИС распределены между несколькими физическими устройствами, её архитектура называется распределённой («distributed»). Естественным образом архитектура системы дополняется техническим средством, обеспечивающим взаимодействие распределённых компонентов – сетью передачи данных, реализующей сетевые протоколы (определяют формат передаваемой информации).

Наиболее часто применяемым подходом к построению распределённых ИС является архитектура «клиент-сервер» [7], при использовании которой ИС содержит два типа узлов – «клиенты» (пользовательские устройства, или выполняющееся на них программное обеспечение) и «серверы» (осуществляющие обработку запросов «клиентов» и их координацию).

В зависимости от распределения программных компонентов, относящихся к 3-м слоям ИС, между клиентом и сервером, различают несколько видов распределённых архитектур:

Файл-серверная архитектура является наиболее простой (в настоящее время, считающейся устаревшей) распределённой архитектурой. Слои представления и бизнеслогики, а также часть реализации вычислений, в этом случае расположены в клиентской части системы. Сервер в данной архитектуре отвечает только за хранение и управление файлами. Данный подход имеет невысокую производительность и предполагает передачу по сети значительного объёма данных, что делает его подходящим для ИС с небольшим числом пользователей, часто в рамках одного предприятия.

Архитектура «клиент-сервер» содержит следующие подвиды:

1. Двухзвенная клиент-серверная архитектура делает возможным многопользовательский доступ к данным, имеет более высокую надёжность, чем файл-серверная архитектура, поскольку клиент содержит только компоненты слоя представления, а также часть компонентов слоя бизнес-логики (обращения к СУБД). При этом подходе на сервере сосредоточены все критичные к безопасности и затратам вычислительных ресурсов операции. Данный подход позволяет снизить вычислительные требования к клиенту, который становится «тоньше». Сле-

дует отметить, что в двухзвенной архитектуре сохраняется необходимость передачи большого объема данных по сети.

2. Трёхзвенная клиент-серверная архитектура устраняет недостатки двухзвенной архитектуры путём размещения компонентов каждого из слоёв системы на отдельном узле. Клиент содержит только пользовательский интерфейс, превращаясь в «тонкого клиента». Сервер приложений отвечает за выполнение вычислений и формирование запросов к СУБД. Отдельный сервер данных содержит компоненты слоя доступа к данным (СУБД и БД). Таким образом, трёхзвенная архитектура устраняет большинство недостатков файл-серверной и двухзвенной клиент-серверной архитектур. Следует отметить, что при этом возрастают расходы на администрирование и разработку серверных компонентов.

В том случае, если все функциональные возможности ИС реализованы в виде единого серверного компонента и взаимодействуют с единой базой данных, принято говорить о «монолитной архитектуре». В случае, если весь набор функциональных возможностей ИС представлен множеством взаимодействующих серверных компонентов, каждый из которых обладает контекстно ограниченной областью действия, принято говорить о «микросервисной архитектуре» [8].

3. ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ

При выборе архитектуры разрабатываемой ИС мы остановились на классической трёхзвенной клиент-серверной архитектуре с тонким клиентом, так как она вполне соответствует требованиям решаемой задачи. Разрабатываемое веб-приложение по своей сути является кроссплатформенным – работа осуществляется через веб-браузер, доступный на всех современных платформах. Разрабатываемая ИС также предполагает наличие нескольких компонент, разработка которых ведется разными командами на основе различных стеков технологий, наиболее подходящих для конкретной подзадачи. Так, компонента администрирования разрабатывается на платформе ASP.Net Core MVC [9], предоставляющей множество удобных готовых решений для создания Web GUI для наполнения и редактирования БД. Компонент картографии разрабатывается на языке Javascript [10], т.к. должен обеспечивать представление интерактивных карт в веббраузере пользователя.

3.1. Общее описание

Разрабатываемая система состоит из следующих основных модулей и компонентов, представленных на рисунке 1.

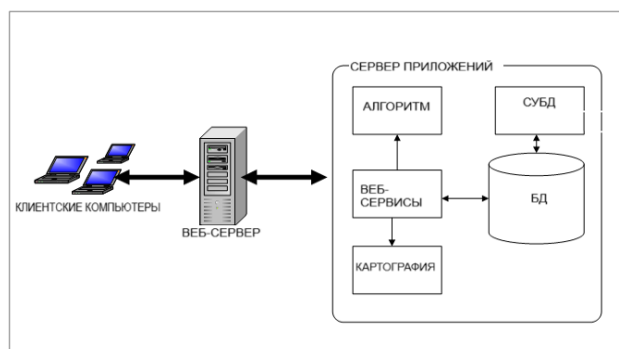


Рис. 1. Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов системы

3.2. Функциональные компоненты и модули

Компонента Веб-сервер отвечает за получение запросов, перенаправление запросов серверу приложения и возврат готовых ответов, а также балансировку нагрузки.

Компонента Сервер приложений отвечает за реализацию основной программной логики приложения. Данная компонента включает следующие основные модули: модуль вебсервисов, модуль управления данными, модуль картографии, модуль алгоритмов.

Компонента База данных отвечает за хранение информационного массива системы, включающего различные статистические данные.

База данных включает следующие основные таблицы: Параметры, Иерархия параметров, Объекты, Данные, Палитры.

Таблица Параметры содержит следующие основные поля: Год, Идентификатор, Наименование (на нескольких языках), Единица измерения, Признак исходных данных, Тип данных, Признак перечислимого типа, Количество разрядов (для числовых параметров), Идентификатор стиля (для отображения в модуле Картографии), Идентификатор палитры для отображения в модуле Картографии).

Таблица Иерархия параметров предназначена для хранения древовидной структуры связей параметров и содержит следующие основные поля: Идентификатор родительского элемента, Идентификатор дочернего элемента.

Таблица Объекты содержит следующие основные поля: Идентификатор, Наименование на нескольких языках).

Таблица Данные содержит следующие основные поля: Год, Идентификатор параметра, Значение.

Таблица Палитры содержит легенды для отображения различных видов показателей и параметров (числовые, номинальные, качественные и т.п.)

Модуль веб-сервисов предоставляет программные интерфейсы (API) [11], используемые при работе модулей алгоритмов и картографии.

Модуль управления данными содержит пользовательский веб-интерфейс для просмотра, редактирования и наполнения полей базы данных. Данный интерфейс предназначен для администратора системы. Модуль разрабатывается на платформе ASP.Net MVC Core.

В соответствии с архитектурой ASP.Net MVC (Model-View-Controller) для каждой из таблиц базы данных с помощью библиотеки Entity Framework Core создаётся объектноориентированное представление (класс данных), через объекты которого происходит взаимодействие с данными соответствующей таблицы (вставка, изменение, удаление, чтение). Данные классы составляют Модель (MVC Model). Помимо этого создаются классы Controller'ы, содержащие методы, являющиеся обработчиками для HTTP запросов к системе. Наконец, элементы графического интерфейса пользователя являют собой Представления (MVC View), содержащие HTML разметку, стили CSS и сценарии JavaScript, а также специальные кодовые вставки для взаимодействия с классом Controller. Модуль управления реализует механизмы авторизации, редактирования записей в таблицах.

Модуль картографии предоставляет пользовательский интерфейс для визуализации, географических объектов (слои полигонов, сеточные и точечные слои), выбора показателей за выбранные годы. Значения показателей для полигонов отображаются посредством цветовой палитры, также может быть построен график динамики показателя. Web-сервис реализуется в соответствии с подходом REST [12], Web-сервис передаёт данные модулю в формате JSON [13]. Документ в формате JSON, формируемый Webсервисом включает полный набор данных, содержащийся в таблицах базы данных. Корневой словарь содержит поля: Объекты (содержит полный перечень географических объектов, отображаемых в модуле Картографии), Парамет-

ры (все показатели, сгруппированные по годам, включает список отдельных параметров и древовидную структуру их иерархии), Данные (содержит сгруппированные по годам и идентификаторам параметров списки значений).

Модуль построения графиков представляет пользовательский интерфейс для визуализации параметров географических объектов. Данный интерфейс, в частности, разработан для интерактивного ранжирования географических объектов по рассматриваемым показателям. Ранжирование позволяет перейти от непрерывной шкалы измерения к дискретной для отдельных показателей. Пользователю предоставляется возможность построения гистограммы распределения субъектов с произвольными интервалами разбиения диапазона показателей. Возможность изменения шкалы разбиения осуществляется слайдером, положение произвольного количества движков которого соответствует задаваемой шкале интервалов. Пользователь может изменять положение движков слайдера. Как только пользователь останавливает слайдер, модуль строит новую гистограмму с заданными интервалами. Пользовательский интерфейс завершает работу после остановки пользователем, интервалы разбиения значений показателя фиксируются.

Модуль алгоритмов содержит реализации алгоритмов построения моделей сценарного анализа. Взаимодействие с данным модулем внутри компоненты Сервер приложений осуществляется с помощью веб-сервисов по протоколу HTTP.

4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МОДУЛИ СИСТЕМЫ

Разрабатываемый программный комплекс представляет собой человеко-машинную систему моделирования качества жизни населения региона с детализацией на уровне муниципальных районов и городов.

Функциональная схема системы представлена на рисунке 2. Параметры и результаты моделирования и сценарного анализа представлены и адаптированы к различным средствам и форматам с помощью презентационных диаграмм, таблиц, картограмм и устройств ввода/вывода, внешних баз данных и обмена документами. В зависимости от различных региональных особенностей подсистем регионального управления информационное наполнение системы корректируется с учётом таких различий. Модуль аналитического моделирования – это общий комплексный инструмент для выполнения задач анализа и моделирования. Он координирует функциональность системы. Модуль управляет блоками анализа ситуаций моделирования сценарного анализа, отображения структуры параметров показателей, и инфографики. Он выполняет операции по вызову моделей и агрегаций, использует функциональность базы данных, активирует операции ввода/вывода.

Блок анализа ситуаций, моделирования и сценариев выполняет анализ текущей ситуации, используя показатели подсистем. Он строит агрегированные параметры, вычисляет динамику показателей и выполняет моделирование работы подсистем. Этот блок также генерирует различные сценарии и выполняет их анализ.

Блок структуры индикаторов и параметров выполняет хранение структурированного набора параметров подсистем для текущей ситуации, в разные периоды времени, сохраняет результаты моделирования и анализа сценариев.

Анализ и моделирование производится на основе показателей, определяющих условия проживания населения. Такие показатели делятся на два уровня – исходные показатели и агрегированные показатели. Исходные показатели различаются для районов и городов, в районах один набор исходных показателей, в городах – другой. Агрегированные показатели одинаковы и для районов, и для городов. Кроме того, в системе присутствуют вычисляемые показатели качества условий проживания населения, которые формируются в результате применения соответствующих математических моделей. Показатели, как исходные, так и агрегированные,

сформированы, как древовидная структура, показатели сгруппированы по тематическим блокам, таким, как Качество инфраструктуры или Качество среды проживания.

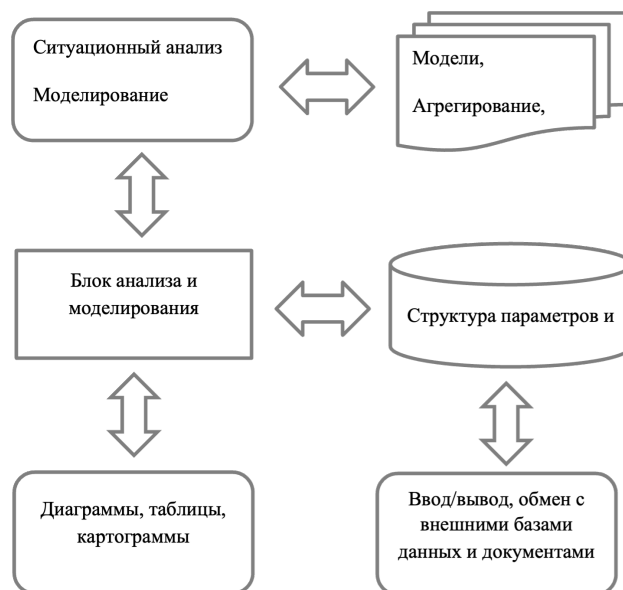


Рис. 2. Рис. 2. Функциональная схема системы

Анализ и моделирование условий качества проживания реализованы в виде следующих блоков системы: блока текущей ситуации, блока сценарного анализа и блока моделирования. Для текущей ситуации заданы реальные данные по исходным показателям за год. В блоке сценарного анализа, на основе данных текущей ситуации, формируются сценарные изменения исходных показателей, соответствующие тем или иным вариантам стратегии развития территории. В блоке моделирования сценарные изменения формируются на более высоком уровне, для агрегированных показателей. Данное моделирование является пробным, агрегированные показатели принимают значения "хорошо" "средне" "плохо" или, 5-ти или 10-ти градационные оценки.

В системе реализуется набор моделей территориального анализа показателей условий качества проживания населения. Модели имплементируются с использованием показателей различных уровней (исходных и агрегированных) в блоках текущей ситуации, сценарного анализа, а также в блоке моделирования. Посредством моделей реализуется расчет агрегированных и сводных показателей по исходным данным. Расчёт производится с детализацией по муниципальным районам и городам региона. Также, реализуется расчёт анализа приоритетов, т.е. выявление показателей, оказывающих наибольший эффект на качество условий проживания населения в муниципальном образовании.

В системе реализуется следующие базы данных:

1. Списки территорий – База данных территорий региона состоит из списка районов, списка городов и списка населённых пунктов. В БД включаются все районы и типовые города и населённые пункты, важные для построения комплексной математической модели качества условий жизни в регионе.

2. Деревья территорий – Иерархия территориальной принадлежности муниципальных образований (города в составе районов) и типологической принадлежности (сельскохозяйственные, промышленные районы).

3. Списки показателей - База данных показателей содержит три набора показателей - Исходные показатели, Агрегированные показатели, Показатели условий качества проживания населения муниципальных образований. Исходные показатели различаются для различных территориальных единиц, свой набор показателей для районов, свой для городов и свой для столицы Субъекта Федерации. Агрегированные показатели и показатели условий качества проживания одинаковы для территориальных образований с целью возможности сопоставления условий качества жизни в муниципальных образованиях разных типов, в районах и городах

4. Деревья показателей – В иерархическую структуру показателей включены исходные показатели, агрегированные показатели и показатели качества. В иерархических деревьях показатели сгруппированы по блокам, отражающим функциональные подсистемы региона. Формируются деревья показателей районов, городов и столицы Субъекта Федерации.

5. Список времени/дата – База содержит список дат для формирования базы данных по годам.

6. Список сценариев – База содержит два списка сценариев - список сценариев по исходным показателям и список сценариев/моделирований по агрегированным показателям.

7. Базы данных значений показателей муниципальных образований по показателям.

Для более детального анализа выделенных типовых районов и входящих в них населенных пунктов формируется база данных отдельного муниципального образования. Формируется более подробный набор показателей муниципального образования и населённых пунктов.

В системе реализуется следующие функциональные модули:

1. Редактор. В данном модуле редактируются значения показателей, список и дерево показателей, список и дерево территорий, список дат для текущей ситуации, список сценариев и моделирований. В редакторе предусмотрено копирование и вставка значений показателей, также предусмотрена загрузка и сохранение данных в/из файлов.

2. Визуализация. В данном модуле предусмотрена визуализация данных в виде картограмм, диаграмм и инфографики, таблиц, а также вывод списков территорий и деревьев показателей.

3. Расчет. В данном модуле доступны модели расчёта агрегированных показателей муниципальных образований, а также модели расчёта индекса качества жизни населения.

4. Экспорт. В данном модуле реализован экспорт картограмм, таблиц и диаграмм. Предусмотрены как графические, так и текстовые форматы обмена данными между системой и внешними редакторами.

В системе реализована следующая функциональность для работы с исходными данными и для проведения анализа условий качества жизни населения:

1. Настройка системы на регион – производится анализ исходных показателей по муниципальным образованиям, выявляется типология муниципальных образований, производится настройка моделей.

2. Формирование данных о текущей ситуации – производится заполнение базы данных текущей ситуации, состоящей из исходных показателей качества жизни населения с детализацией по муниципальным образованиям (районам и городам).

3. Оценивание текущей ситуации – реализуется набор математических моделей, в которых производится агрегирование ранжированных оценок показателей, сгруппированных в блоки, отражающие качество работы подсистем региона, такие, как доступность образования, медицинское обслуживание, транспортная доступность, качество жилья, развитость сферы услуг и др. В рассматриваемой предметной области построены модели агрегирования 15 блоков данных, включающих более 100 показателей. Комплексные (интегральные) оценки объединяются

в две категории – инфраструктура и социальноэкономическое состояние, по которым оценивается удовлетворённость населения качеством проживания в территориальном образовании.

4. Сценарный анализ I. В рамках интерактивной человеко-машинной процедуры производится моделирование изменений показателей верхнего уровня (агрегированных показателей). Такие изменения формируются по блокам показателей и отражают элементы стратегии развития территориальных образований. Показатели верхнего уровня для данного варианта сценарного анализа задаются в градационной шкале, 3, 5, или 10 градаций. Для сформированных сценариев производится расчет индексов качества условий проживания населения.

5. Сценарный анализ II. Создаётся набор сценариев развития территориального образования по одному или нескольким блокам показателей. Формируются сценарные модели комплексного развития территории. При этом могут применяться исходные показатели нижнего уровня. Такие показатели отражают изменения, непосредственно влияющие на население, проживающее в муниципальных образованиях.

6. Анализ приоритетов. Генерируются сценарии развития путем внесения изменений в значения агрегированных показателей качества проживания на небольшую величину, 1 – 2 градации в ранжированной шкале. Производится расчёт индексов качества условий проживания в муниципальном образовании и анализируется блок показателей, который обеспечивает наибольший вклад в улучшение качества условий проживания населения.

5. МОДУЛЬ «КАРТОГРАФИКА»

Визуализация социально-экономических данных является важным компонентом программного пакета, позволяя пользователям интерпретировать и анализировать сложные наборы данных с помощью интуитивно понятных интерактивных графических представлений. Для этого модуль визуализации использует возможности D3.js [14] и ТороJSON [15], библиотек, которые обеспечивают как гибкость, так и высокую производительность при обработке географических данных и рендеринге (визуализации карт на экране).

Модуль картографии разрабатывается на языке Javascript, т.к. должен обеспечивать представление интерактивных карт в веб-браузере пользователя. Модуль интегрируется в архитектуру системы, взаимодействуя с основным сервером через REST API. Обмен данными осуществляется в формате JSON, что упрощает за счет стандартизации протокола обработку на стороне клиента и обеспечивает эффективное отображение показателей на картограмме. В модуле предусматривается адаптация к различным типам показателей, что обеспечивает пользователю динамичную когнитивную визуализацию, например: реальные и натуральные числа, проценты, категории (хороший-средний-плохой) и т.д.

Библиотека ТороJSON используется для эффективного хранения и обработки географических данных. Используя топологическую оптимизацию, ТороJSON значительно сокращает размер географических наборов данных, сохраняя их точность и детализацию. Эта оптимизация особенно полезна для рендеринга крупномасштабных карт, например, охватывающих обширные и разнообразные регионы. Использование D3.js, позволяет создать интерактивную карту, где каждый территориальный объект динамически раскрашивается. Пользователю предоставляется возможность выбора года из списка, показателя из представленного в виде дерева списка. Выбранные атрибуты (год и показатель) сохраняются в кэше браузера и при последующей загрузке страницы восстанавливаются.

Раскраска регионов и генерация легенды подбираются в соответствии с типом визуализируемого показателя. Поддерживается три метода раскрашивания: 1. Заданная палитра – для параметра явно определена конкретная цветовая палитра, 2. Предопределённая раскраска – показатель связан с предопределённой схемой раскраски (например, последовательной, рас-

ходящейся или категориальной [16, 17]), используется соответствующая палитра с цветами, масштабированными в соответствии с минимальными и максимальными значениями параметра. 3. Раскраска по умолчанию - в случаях, когда не указана конкретная палитра или схема, применяется стандартная раскраска. Такая гибкость позволяет модулю представлять широкий спектр социальноэкономических показателей, от качества медицинской помощи и количества учащихся до уровня безработицы и экологических показателей. Такая гибкость позволяет модулю представлять широкий спектр социально-экономических показателей, от качества медицинской помощи и количества учащихся до уровня безработицы и экологических показателей.

Модуль визуализации разрабатывается с учётом необходимости интерактивного взаимодействия с пользователем [18], которое предоставляет следующую функциональность:

- Панорамирование и масштабирование: позволяет настраивать положение и масштаб карты, чтобы выделить определённые географические объекты или получить более широкую перспективу.
- Подсказки: наведение курсора на объект выводит подробную информацию - название выбранного объекта, точное значение выбранного показателя и дополнительные метаданные.
- Временной анализ: на объекте отображается график временного ряда выбранного показателя, что позволяет пользователям анализировать тенденции и изменения с течением времени.
- Таблица: выводится таблица со списком объектов картограммы с соответствующими значениями показателей, выбор объекта на карте подсвечивает соответствующую строку в таблице, выбор строки в таблице подсвечивает соответствующий объект на карте.

Эти функции расширяют пользовательские возможности, делая модуль не только инструментом для визуализации данных, но и средством для углублённого понимания и анализа процессов с помощью интерактивных и настраиваемых функций.

Существенное влияние на территориальное управление оказывают природные условия и опасности (наводнения, пожары, сейсмическая активность и т.п.), а также техногенные катастрофы. В системе предусматривается картографический модуль для оценки влияния и отображения пространственно-временных событий, явлений и процессов. На данном этапе реализовано отображение эпицентров землетрясений, зарегистрированных в период с 2003 до 2025 года.

Карта визуализируется с использованием проекции Альберса [19, 20] с двумя секущими параллелями на 52° и 64° с. ш. и центральным меридианом на 135° в. д., что обеспечивает точное и визуально привлекательное представление географии Якутии, которая является регионом для апробации разрабатываемых методов, технологий и системы. Наряду с картой отображается легенда, предоставляющая контекст для выбранного показателя и соответствующую ему цветовую шкалу.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены принципы построения консультационной системы для выработки и принятия высококачественных решений территориальными органами управления.

Разрабатываемая система является распределённой, клиент-серверной, сервисной, веб-ориентированной, имеет модульную структуру. Такая архитектура позволяет упростить задачи распространения и организации доступа пользователей. Веб-браузеры, выступающие в качестве “тонкого клиента” системы, в настоящее время доступны на всех распространённых платформах, как настольных, так и мобильных. Веб-ориентированные технологии позволяют

упростить доступ пользователей, так как исключается необходимость установки дополнительного клиентского программного обеспечения, а также организация доступа пользователей к актуализированным данным и модифицированным программным средствам.

В статье рассмотрены современные подходы к созданию информационноаналитических Web-систем, обеспечивающих доступ к содержащейся в базах данных информации и её обработку, проблемно-ориентированный технологический инструментарий и технические средства, а также обоснован выбор классической трехзвенной клиент-серверной архитектуры с тонким клиентом, которая соответствует требованиям решаемой задачи. Разрабатываемое веб-приложение по своей сути является кроссплатформенным – работа осуществляется через веб-браузер, доступный на всех современных платформах.

В статье приводится описание системных компонентов: Веб-сервер, Сервер приложений, База данных, Веб-сервисы, Управление данными, и проблемноориентированные модули, включающие блок описания текущей ситуации, блок сценарного анализа, блок моделирования и картографии.

7. БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-61-00030, <https://rscf.ru/project/24-61-00030/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aleskerov F. T., Chistyakov V., Kalyagin V. A., Social threshold aggregations. *Social Choice and Welfare*, 2010, vol. 35, no. 4, pp. 627–646.
2. Aleskerov F., Andryushina N., Khutorskaya O., Yakuba V., Complex for forecast of evaluation of efficiency of functioning of regional administration. *Modelling in Socio-Political Sphere*, 2008, no. 1, pp. 4–9.
3. Алескеров Ф.Т., Андриюшина Н.А., Хуторская О.Е., Якуба В.И., Консультационная система оценки удовлетворенности населения деятельностью администрации региона. *Проблемы управления*, 2007, no. 3, pp. 9–13.
4. Information System. URL:https://csrc.nist.gov/glossary/term/information_system (Дата обращения: 05.02.2025)
5. ISO/IEC TR 10032:2003 Information technology — Reference model of data management
6. Common Web Architectures. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/common-web-application-architectures> (Дата обращения: 05.02.2025)
7. Client-server architecture. URL: <https://www.britannica.com/technology/client-server-architecture> (дата обращения: 05.02.2025)
8. Microservice architecture style. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/architecture-styles/microservices> (дата обращения: 05.02.2025)
9. ASP.NET Core MVC Framework. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/mvc/overview?view=aspnetcore-9.0> (дата обращения: 05.02.2025)
10. JavaScript Programming Language, URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript> (дата обращения: 05.02.2025)
11. API (Application Programming Interface). URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/API> (дата обращения: 05.02.2025)
12. Fielding R. T., Architectural styles and the design of network-based software architectures. University of California, 2000

13. ECMA-404 The JSON Data Interchange Standard. URL: <https://www.json.org/json-en.html> (дата обращения: 05.02.2025)
14. Bostock M., Ogievetsky V., Heer J., D³ Data-Driven Documents. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2011, vol. 17, no. 12, pp. 2301–2309.
15. Bostock M, Metcalf C., D³ TopoJSON Format Specification, <https://github.com/topojson/topojson>.
16. Три типа цветовых палитр для карт. <https://cartetika.ru/tpost/01cahf931-tri-tipa-tsvetovih-palitr-dlya-kart>
17. Brewer C. A., Color use guidelines for data representation. Proceedings of the Section on Statistical Graphics, American Statistical Association, 1999, vol. 8, pp. 55–60.
18. Andrienko N., Andrienko, G., Exploratory analysis of spatial and temporal data: a systematic approach. Springer Berlin.
19. Snyder J. P., Map projections—A working manual. US Government Printing Office, vol. 1395
20. Maling D. H., A review of some Russian map projections. Empire Survey Review, 1960, vol. 15, no. 116, pp. 255–266.

Consulting information and analytical system for the development and adoption of effective management decisions by territorial administrations

F. T. Aleskerov, A. P. Vaynshtok, A. B. Derendyaev, Y. V. Zontov,
D. S. Tkachev, V. I. Yakuba

The consulting system for developing and making high-quality decisions by territorial authorities is a tool that provides up-to-date and reliable information on the processes and conditions of the population's life, as well as tools for analyzing socio-economic indicators and infrastructure functioning. The analysis tools should help to identify problem situations ("bottlenecks") in ensuring the quality of life of the population and form a "tree" of management goals for developing the territory and improving the life of the population. The solution to these problems is possible by creating a human-machine platform for scenario analysis of territorial development for numerous aspects of management. The decision-making process is based on models of analysis and interpretation of current observed and predicted scenario values of the performance indicators of municipal entities of the region to achieve the effectiveness of both operational management and strategic planning. The information system being developed is intended to become a convenient and powerful tool for analyzing the level of regional development, scenario analysis of planning support and making high-quality management decisions.

KEYWORDS: territorial management, decision-making, scenario approach, human-machine computing platform.