

УДК: 728.1.012.1

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ОПТИМИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ОТРАСЛЯМИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ (ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО)

Далиев Ахтам Шарафутдинович – кандидат экономических наук, доцент,
ORCID: 0009-0009-0955-5460, E-mail: akhtamdaliyev@gmail.com

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан

***Аннотация.** При разработке моделей сложных систем, к которым относится процесс оптимизации жилищной инфраструктуры проектирования, и реализации их с помощью информационных технологий в силу сложности объекта невозможно создать единой достаточно полной модели.*

В статье приводится описание методов и подходов разработки проблемно-ориентированной системы, предназначенной для решения триединой задачи – прогнозирования, оптимизации и управления жилищным строительством, как важной отрасли региональной экономики.

***Ключевые слова:** прогнозирование, оптимизация, управление, структурное описание процесса планирования и проектирования, проблемно ориентированная инструментальная система (ПОИС).*

UO‘K: 728.1.012.1

HUDUDIY IQTISODIYOT TARMOQLARINI (UY-JOY QURILISHI) BASHORATLASH, OPTIMALLASHTIRISH VA BOSHQARISH UCHUN MUAMMOGA YO‘NALTIRILGAN TIZIMNI YARATISHDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

Daliev Axtam Sharafutdinovich – iqtisod fanlari nomzodi, dotsent

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Murakkab tizimlar modellarini ishlab chiqishda, xususan uy-joy infratuzilmasini loyihalash jarayonini optimallashtirishda va uni axborot texnologiyalari orqali amalga oshirishda obyektning murakkabligi sababli yagona yetarlicha to‘liq modelni yaratishning imkoni yo‘q.*

Maqolada hududiy iqtisodiyotning muhim tarmog‘i hisoblangan uy-joy qurilishini bashoratlash, optimallashtirish va boshqarish kabi uch yo‘nalishda muammoni hal etishga mo‘ljallangan muammoga yo‘naltirilgan tizimni ishlab chiqish metodlari va yondashuvlari bayon etiladi.

***Kalit so‘zlar:** bashoratlash, optimallashtirish, boshqarish, rejalashtirish va loyihalash jarayonining strukturaviy tavsifi, muammoga yo‘naltirilgan instrumental tizim (MYoIT).*

UDC: 728.1.012.1

INNOVATIVE APPROACHES TO THE CREATION OF A PROBLEM-ORIENTED SYSTEM FOR FORECASTING, OPTIMIZATION, AND MANAGEMENT OF REGIONAL ECONOMY SECTORS (HOUSING CONSTRUCTION)

Daliev, Akhtam Sharafutdinovich – Candidate of Economics Sciences, Associate Professor

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent city, Uzbekistan

***Abstract.** When developing models of complex systems, such as the process of optimizing housing infrastructure design, and implementing them through information technologies, it is impossible to create a single sufficiently comprehensive model due to the complexity of the object. The article presents methods and approaches to the development of a problem-oriented system*

designed to address a threefold task—forecasting, optimization, and management of housing construction, as a key sector of the regional economy.

Keywords: *forecasting, optimization, management, structural description of the planning and design process, problem-oriented instrumental system (POIS).*

Введение

Для учета многообразия градостроительных ситуаций и принимаемых лицом решений (ЛПР), предоставляемых в системе критериями и ограничениями, необходимо более 100 моделей оптимизации только для одного объекта инфраструктуры¹. Учитывая, что все задачи оптимизации жилой застройки и инфраструктуры микрорайона взаимосвязаны, необходимо разработать некоторое множество частных моделей, достаточно точно отражающих состояние объекта жилищной инфраструктуры.

В соответствии с возложенными функциями и решаемыми задачами ПОИС — это совокупность информационно и логически взаимосвязанных алгоритмов, методик и программных модулей и предназначена для реализации задач анализа, оптимизации, мониторинга и управления организации и развития жилой среды микрорайона.

Разработки программного обеспечения таких систем в основном велись по пути создания пакетов прикладных программ (ППП), ориентированных на автоматизацию расчетного проектирования отдельных объектов жилищной инфраструктуры населенного пункта. Анализ показывает, что внедренные на практике жилищного строительства математические модели и программные модули не обладают универсальностью, поскольку такие системы придерживаются линейной технологии процесса проектирования и ориентированы на решение отдельных фиксированных задач без учета их комплексности. Получаемые отдельные результаты в итоге реализации таких не могут быть оценены комплексно, поскольку они в данном случае не взаимосвязаны и не могут реализовать многообразие градостроительных ситуаций, творческие замысли проектировщика, а также учитывать множество ограничений (территория, типы квартир, этажность, инфраструктура, капитальные затраты и т.д.).

Очевидно, что для реализации комплекса задач организации и оптимизации необходима «плавающая» технология, позволяющая генерировать, в соответствии с ограничениями и требованиями к типу решаемой задачи, математической модели задачи, выбирать требуемые модели и программные модули, производить выборку данных и, далее, автоматически реализовывать задачу. Всем этим требованиям отвечает ПОИС, основанная на принципах алгоритмизации [1].

Обзор литературы по теме

Вклад в развитие научных основ разработки ПОИС внесён как отечественными, так и зарубежными специалистами, чьи исследования направлены на рациональное использование ресурсов и обеспечение устойчивого развития территорий.

Первые исследования, посвящённые разработке интегрированных систем моделирования развития региональной экономики и её отраслей, появились в конце 1960-х годов. В последующие десятилетия данная проблематика получила развитие в работах многих отечественных и зарубежных учёных. Значительный вклад внесли В.К. Кабулов, Т.И. Раимов, Т. Ахмедов, С.С. Зокиров, Ш.Х. Назаров, Х.Р. Джумабаев, А.К. Гогоберидзе, Э.Я. Бубес, Jane Jacobs, Rem Koolhaas и др.

В этих исследованиях задачи разработки ПОИС, направленной на развитие социальной инфраструктуры как важного направления региональной экономики, рассматривались через призму обеспечения комфортных условий проживания и рационального использования

¹ Градостроительные нормы и правила Государственного комитета по архитектуре и строительству Республики Узбекистан от 23.12.2009 г. «Градостроительство. Планирование развития и застройки территорий городских и сельских населенных пунктов» № 2.07.01-03

территории с учетом урбанизации. Так, В.К. Кабулов предложил теорию алгоритмизации сложных систем, к которым относится и региональная экономика;

Т.И. Раимов предложил разработку стратегий регионального развития с учетом их экономической географии;

Исследования А.М. Содикова охватывают концептуальные основы разработки стратегий развития регионов, задачи и принципы которых также легли в основу пакетов задач ПОИС [2],

Научные исследования С.С. Зокирова направлены на социально-экономическое развитие городских поселений в густонаселённых районах, а также на совершенствование системы регулирования процессов урбанизации, которые являются одним из основных составляющих ПОИС [4];

Научные исследования Х.Р. Джумабаева посвящены разработке экономико-математических моделей оптимизации жилой инфраструктуры жилых поселений и программных продуктов для автоматизации процессов проектирования.

Jane Jacobs (США) одна из основоположниц движения нового урбанизма, акцентировала внимание на смешанном землепользовании, высокой плотности застройки; Rem Koolhaas (Нидерланды) развивал идеи плотной и многофункциональной застройки; Jan Gehl (США) уделял внимание доступности, комфорту и преобразованию неэффективных городских пространств; А.В. Высоковский, А.К. Гогоберидзе и Э.Я. Бубес (Россия) анализировали земельные отношения и поквартальное распределение объектов обслуживания.

Однако, отвечая во многом запросам проектировщиков, данные модели имеют следующие недостатки:

- ориентированы преимущественно на один тип микрорайонов с фиксированной площадью;

- не учитывают актуальные изменения нормативно-правовой базы [13];

- поиск оптимума осуществляется без определения диапазонов варьирования параметров, что требует дополнительных процедур их установления;

- отсутствует прогноз демографической структуры населения, планируемого к заселению, что существенно снижает точность социально-экономической и технико-экономической оценки при проектировании, а также не учитываются процессы активной урбанизации.

Это обстоятельство обуславливает необходимость разработки новых методологических подходов к оптимизации жилищного фонда и планировочной структуры микрорайонов в условиях урбанизации.

Методология исследования

Методологическую основу исследования составляют положения теории урбанизации, системного подхода к управлению развитием городских территорий и жилищной инфраструктуры, методы разработки автоматизированных систем проектирования, принципы алгоритмизации [3].

Методика исследования включает методы демографического прогнозирования для оценки динамики численности и структуры населения; экономико-математическое моделирование для определения оптимальных параметров жилищного фонда и инфраструктуры микрорайонов; оптимизационные модели и методы оптимального размещения объектов микрорайона для обеспечения инсоляции, а также оптимизация дренажных систем на территории микрорайона в условиях урбанизации, а также методы обобщения и группировки, сравнительный и динамический анализ, системный подход и статистический анализ.

Анализ и результаты

Алгоритмические методы позволяют ускорить изучение структур и функций физически управляющих систем, но главный результат алгоритмизации ожидается в направлении автоматизации рассматриваемого процесса. Математическое и программного обеспечения ПОИС оформлены в виде отдельных функциональных блоков (см. рис.1).

При разработке инструментальных систем за ЛПР остается изучение, формулировка и формализация задач, выбор альтернативных путей и алгоритмов реализации.

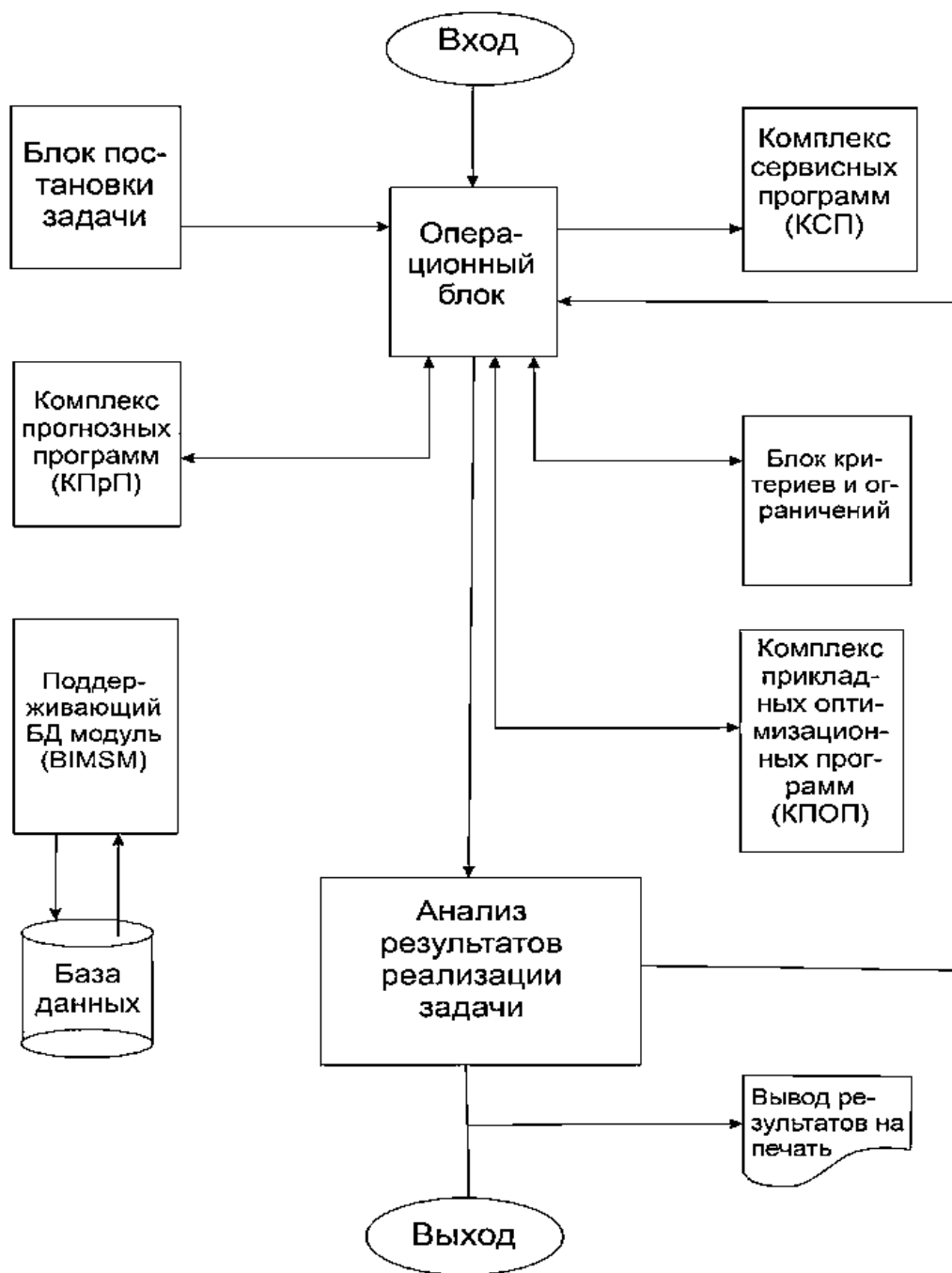


Рис. 1. Укрупненная структура программного обеспечения ПОИС.

Задача формируется в блоке постановки задачи и вводится в операционный блок (монитор системы). По коду задачи в операционный блок из блока законов переписываются элементы математической модели задачи. Из блока признаков выписывается соответствующая сервисная программа, в результате работы которой вырабатываются значения условных чисел, подставляемых в математическую модель задачи. Математическая модель задачи анализируется с помощью программ блока анализа моделей. Из блока модулей и прикладных программ выбираются необходимые модули и программа-оптимизатор и в операционном блоке окончательно формируется разрешающее управление, генерируется программа ее реализации, производится выборка чисел из блока данных и реализуется численное решение задачи. Разработанная ИС предназначена для работы в двух режимах:

1-режим. По заданной площади территории микрорайона определяются основные технико-экономические показатели инфраструктуры с соответствующими критериями и ограничениями (из блока критериев и ограничений задач).

2-режим. По заданной численности населения определяется необходимая площадь территории, а также показатели жилищной инфраструктуры микрорайона.

Процесс оптимизации основных параметров строящегося и/или реконструируемого микрорайона, как в отдельном рассмотрении его этапов и в общем, с точки зрения математического моделирования, относится к классу сложных многопараметрических объектов.

При решении таких задач практически невозможно построить одну единую модель, достаточно полно описывающую рассматриваемый процесс. Поэтому строятся несколько моделей, каждая из которых отражает какую-либо сторону исследуемого объекта и входит как элемент в общую систему моделей.

С математической точки зрения любой сложный объект или сложная система – это множество, в котором реализуется заранее заданное отношение R с фиксированными свойствами P .

В качестве такого отношения обычно выступают требования и условия в связи между элементами системы (объекта) – события, происходящие в одном из элементов системы, влияют на события в других элементах.

Например, оптимизация жилой застройки и размещения объектов инфраструктуры микрорайона требует определение приемлемых вариантов соотношения квартир согласно демографической структуре. Однако, выполнение этого условия в точности с поставленными требованиями не всегда удастся, поскольку соотношение квартир по типам отличается от имеющегося соотношения квартир по типам в типовых проектах. В последствии задача по квартирографии непосредственно влияет на общую задачу оптимизации параметров микрорайона.

Сложные системы, к которым относится планирование, оптимизация и управление процессом проектирования микрорайонов, характеризуются тремя группами переменных:

входные переменные, которые генерируются внешними системами относительно исследуемой – $x = x_1, x_2, \dots, x_n$,

выходные переменные, суммируемые исследуемой системой, определяющие воздействие системы на окружающую среду:

$$y = y_1, y_2, \dots, y_m,$$

координаты состояния, характеризующие динамическое поведение исследуемой системы.

Процессы оптимизации основных показателей инфраструктуры микрорайона представляют собой динамически сложные системы, обладающие рядом характерных особенностей:

- разнообразие объектов инфраструктуры;
- различие их характеристик;
- взаимосвязанность жилой застройки и показателей жилищной инфраструктуры;
- изменчивость параметров инфраструктуры в зависимости от экономических и социальных условий;

- наличие множества различных, порой слабо взаимосвязанных критериев.

В комплексе задач оптимизации сложных систем, к числу которых относится микрорайон как важный элемент жилищной политики региона, решается несколько подзадач, объединённых информационно и логически.

Основные методы решения таких задач – эвристическое моделирование и регрессионный анализ. Наиболее результативным для триединой задачи *прогнозирования, оптимизации и управления* выступают методы, основанные на эвристическом моделировании.

Применение эвристических подходов выдвигает в разряд актуальных задач разработку систем, которые автоматически извлекают данные из среды, обрабатывают их, координируют

действия в соответствии с поставленными целями, способны работать с большими объёмами информации и функционировать без постоянного взаимодействия с пользователем.

Эвристические методы позволяют решать задачи в условиях недостатка информации и неопределённости границ применения, обеспечивая при этом оценку результатов.

Примером может служить модель эвристического программирования, применимая к оптимизации жилищной инфраструктуры. Современные задачи планирования жилой застройки требуют интеллектуальных подходов к оценке структуры территории. В условиях высокой плотности застройки и ограниченности ресурсов всё большее значение приобретают механизмы структурного анализа объектов инфраструктуры и жилого фонда, которые позволяют выявлять закономерности взаимосвязи несопоставимых показателей.

Объекты микрорайона в таком случае интерпретируются как элементы матриц, а на основе их свойств проводится классификация, оценка и оптимизация ключевых параметров территории. Данный метод позволяет также оценить эффективность инфраструктурных решений.

Методы распознавания применяются для структурного описания постановки задачи и выбора оптимального решения в условиях многовариантности.

Пусть дано множество M объектов (задач застройки и инфраструктуры), представленное в виде суммы подмножеств, называемых классами: $M=UK$.

Задача состоит в указании такого алгоритма A , что

$$A(Z) = A(I, S^q) = \|\beta_v\|_{qx1},$$

Приведенная здесь информация I является стандартной обучающей информацией:

$$I = \{(S_1, \dots, S_m), \alpha(S_1), \alpha(S_2), \dots, \alpha(S_m)\}$$

$$\alpha(S_i) = (\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{il}).$$

Здесь $\alpha_{ij} = P(S_i) = \langle S_i \in K_j \rangle$, $\{0, 1, \Delta\}$;

$$S_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}), \quad i=1, \dots, m,$$

где 0, 1, Δ соответственно означают, что $S_i \notin K_j$, $S_i \in K_j$ и не известно принадлежит ли S классу K_j или нет.

Широкое распространение методов распознавания во многом обусловлено тем, что их применение не требует высокого уровня формализации обучающей информации.

В классификационных задачах наиболее часто используются два подхода — дискриминантный и структурный. Дискриминантный подход ориентирован на классификацию допустимого объекта (*обучение с учителем*) или на разбиение множества объектов на классы (*таксономия*). Структурное распознавание является более универсальным, так как, помимо задач классификации, позволяет описывать структуру сложного объекта, выявлять его элементы и получать информацию об особенностях поведения объекта в различных классах. [5].

В рамках традиционного подхода решаются следующие задачи:

- определение множества признаков объекта и описание нормативных показателей;
- сокращение (оптимизация) количества признаков инфраструктурных объектов и жилой застройки микрорайона;
- выявление основных параметров (структурных элементов) на основе нормативных показателей;
- структурное описание нормативных и предполагаемых параметров, а также распознавание.

Среди этих задач традиционно выделяются две наиболее важные:

- оценка и выделение значимых параметров с одновременным сокращением исходного множества признаков;
- прогноз демографических показателей и принятие решения через отнесение к соответствующим классам по качественным характеристикам.

На этом возможности традиционного применения методов распознавания в основном исчерпываются. В то же время применение инструментальных систем обеспечивает

комплексное решение всех перечисленных задач: оценку и отбор параметров; прогноз ключевых демографических характеристик; выбор оптимального решения — выявление таких параметров, которые максимально приближаются к нормативным значениям и подлежат корректировке для перевода объекта в оптимальный класс.

Процесс построения модели включает два этапа:

- разбиение множества объектов процесса на однородные группы (таксоны);
- построение регрессионной модели для каждого таксона.

Полученный комплекс моделей оказывается более адекватным процессу оптимизации, чем единая регрессионная модель.

Однако данный подход имеет ряд проблем:

- одинаковые значения параметров могут достигаться различными управляющими воздействиями;
- часть управляющих воздействий нереализуема и требует замены на адекватные;
- различные управляющие воздействия могут существенно различаться по силе и результативности.

Таким образом, методы распознавания могут эффективно применяться при решении триединой задачи — прогнозирования, оптимизации и управления размещением объектов инфраструктуры. Подобный подход позволяет более результативно планировать региональную экономику с позиций оптимизации, а также создавать условия для размещения и развития производственных мощностей.

В основу ПОИС положены структурные методы распознавания образов, которые, выявляя характерные особенности системы требований (классов), позволяют глубже анализировать и адекватно описывать сложные объекты.

Этапы алгоритма структурного распознавания, разработанного для решения задач идентификации и управления сложными процессами [3, 5], включают:

1. С помощью вычислительных процедур (на основе метода голосования) определяется информационная значимость каждого признака из допустимой таблицы;

2. Выбираются n важных признаков, ранжированных для степени важности на основе анализа векторов R_1, R_2 из всего признакового пространства. Далее, с учетом наиболее важных из групп в признаки, посредством операций $Q^j = \{Q^j \dots \dots Q^j\}$ строится глобальный порождающий базис (ГПБ). Каждый класс упорядочивается по значению элементов, вычисленным для каждого объекта класса.

Таким образом, приходим к таблице T_{mnl} . На основе анализа T_{mnl} строится локальный порождающий базис (ЛПБ)

$$B^{u,j} = \{B^{u,j} \dots \dots B^{u,j}\}$$

с помощью правил

$$Q^j = \{Q^{u,j} \dots \dots Q^{u,j}\}$$

3. Таблица переводится в структурный вид с использованием ГПБ. При этом каждый объект таблицы записывается в виде формулы

$$\{\Phi^j\} = \{B \rightarrow \Sigma B^{u,j}\}$$

$$c = \{i_1 \dots \dots i_\tau\}$$

где j - номер классов; u, c - номера элементов ГПБ и ЛПБ соответственно; τ - номер формулы.

Таким образом, T_{mnl} переводится в T .

4. Определяется функция близости двух допустимых объектов S_i и S_τ .

$$\rho'(S, S_\tau) = \rho'(B^j(B^i)\tau) = \begin{cases} 1, \text{ если } (B^i)\tau, \\ 0, \text{ в противном случае;} \end{cases}$$

$$\rho'(S, S_\tau) = \rho'(B^{u,j}(B^{u,i})\tau) = \begin{cases} 1, \text{ если } \begin{cases} \rho'(S, S_1) = 1, \\ B^{u,i} = (B^{u,j}) \end{cases} \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

где τ - номер описания Φ в таблице T_{mnl} ; u, c - номера элементов ГПБ и ЛПБ соответственно; j - номер класса.

Вычисляется оценка, поданная S_1 допустимым объектом j - класса (Φ^j формулой) за допустимый объект S :

$$r^j(S) = W r^j(S(B^n)),$$

где S - вес n -элемента ЛПБ в j -классе и имеющего элемент ГПБ; W – важность τ -формулы (описания); h - мощность множества $\{i_1, \dots, i_n\}$.

6. Вычисляется число голосов, поданных за класс допустимым объектом S :

$$\Gamma^j(S) = \max \{ \Gamma^j(S^1), \dots, \Gamma^j(S^{q-1}), \Gamma^j(S^q) \},$$

где j - номер класса; τ - номер описания Φ в таблице Γ ; τ' - число описаний в классе.

Таким образом, для множества допустимых объектов алгоритм на данном этапе строит числовую матрицу

$$\Gamma^j(S) = \|\Gamma_{ij}\|_{q,1} = \{d_{ij}\}_{q,1}$$

7. Строится информационная матрица с помощью решающего правила $R(\{\Gamma_{ij}\}_{q,1}) = \{\beta_{ij}\}_{q,1}$ алгоритма A^* . Указанная матрица представляет собой информацию о вхождении S^1, \dots, S^q в классы K_1, K_2, \dots, K_l где символами 1,0, Δ кодируются соответственно, $S^j \in K_j$, $S^d \in K_j$ и неизвестно, принадлежит ли S^j классу K или нет. Примем решающее правило в следующем виде:

$$\beta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } \Gamma_{ij} - \Gamma_m > \delta, \quad u \neq j, \quad \zeta \in K_j; \\ 0, & \text{если } \Gamma_{ij} - \Gamma_m < \delta, \quad u \neq j, \quad \zeta \in K_j; \\ \Delta, & \text{если } \Gamma_{ij} - \Gamma_m \neq \delta, \quad u \neq j \text{ и неизвестно} \\ & \zeta \in K_j \text{ или нет} \end{cases}$$

В итоге, элементы $\|\beta_{ij}\|_{q,1}$ являются решением задачи Z' .

8. В таблице T^* находится набор оптимальных управлений dt , соответствующий набору ζ^* , по степени адекватности набору, проголосовавшему за ζ , в классе оптимальных режимов.

Для алгоритма структурного распознавания и управления справедлив следующий вид модели:

$$A(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, k(j), m_j, \delta_1, \delta_2, I_j),$$

где n - число параметров таблицы обучения; $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ – информационная важность параметров; $k(j), m_j$ – число элементов ГПБ и ЛПБ соответственно в j -классе; δ_1, δ_2 – пороги решающего правила; t_j - число управляющих наборов в таблице управления, для алгоритмов этого класса и теоретические аспекты их функционирования.

Посредством синтеза корректных операторов распознавания, устойчивости модели, в конечном итоге, выработана методика и создана проблемно ориентированная система оптимального управления процессом проектирования.

Заключение и рекомендации

Разработанная проблемно-ориентированная инструментальная система (ПОИС) управления и организации процесса проектирования автоматизирует рутинные операции, включая моделирование и расчёты, способствует принятию обоснованных и эффективных решений, а также ускоряет выполнение проектных задач. Подобные системы позволяют лицам, принимающим решения, осуществлять более детальный анализ, выявлять и устранять ошибки на ранних этапах, что повышает качество конечного продукта и достоверность прогнозных решений.

Инструментальные системы проектирования, созданные в рамках исследования, расширяют возможности многократного использования готовых инновационных решений как для решения отраслевых задач экономики, так и для формирования стратегий регионального развития. Они способствуют более рациональному использованию ресурсов, обеспечивая интеграцию экономического, экологического, инженерного и социального планирования как в проектах реновации, так и в новом строительстве.

Практические расчёты, выполненные на примере города Ташкента, подтвердили рост эффективности до 20% по ряду ключевых направлений.

Результаты проведённых исследований целесообразно использовать при формировании программ социально-экономического развития регионов и их отдельных отраслей.

Литература

- [1] Кабулов В.К. Алгоритмизация в механике сплошных сред. - Ташкент: Фан, 1979. - 304 с.
- [2] Содиков А.М. Худудий ривожланиш стратегиялари ишлаб чиқаришнинг концептуал асослари. В журнале «Iqtisodiyot: tahlillar va prognozlar», №7, 2019, с. 41-47.
- [3] Джумабаев Х.Р., Нефедов Л.И., Далиев А.Ш., Мардиев Н. Математическое и программное обеспечение САПР жилой застройки. Ташкент: Фан. 1992. – 256 с.
- [4] Зокиров С.С. Особенности влияния внешних шоков на отрасли экономики (зарубежный опыт). “Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар” научный электронный журнал, № 5, сентябрь-октябрь, 2016 год. С.1-8.
- [5] Рустамов Н. Т., Ибрагимов Г. Т.. Описание инструментальных средств для построения советующих распознающих систем - Ташкент: 2002. АН РУз. 29 с.