

УДК 519

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫБОРОМ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

В.А. Харитонов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Россия, 614000, Пермь, Комсомольский просп., 29
E-mail: cems@pstu.ru

Д.Н. Кривогина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Россия, 614000, Пермь, Комсомольский просп., 29
E-mail: darya.krivogina@gmail.com

Н.И. Сафонов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Россия, 614000, Пермь, Комсомольский просп., 29
E-mail: saf.nikita@gmail.com

Ключевые слова: субъектно-ориентированное управление, комплексное оценивание, технологический процесс производства строительных материалов, системные связи

Аннотация: Представлена разработка информационной системы управления выбором характеристик строительных материалов конструкций объектов недвижимости, позволяющая осуществлять выпуск ассортимента строительных конструкций из бетона на основе субъектно-ориентированного учета их функционального назначения и условий эксплуатации в объекте недвижимости. Процесс выбора оптимального строительного материала для строительных конструкций предлагается осуществлять на основе учета мнений потребителя и производителя в отношении конечного продукта. Предлагается разработка алгоритмов решения задачи многокритериального выбора, работа которых направлена на поиск оптимальной для заинтересованных лиц альтернативы строительного материала в соотношении цены и качества.

1. Введение

В настоящее время при строительстве объекта недвижимости (далее ОН) из бетона выбор строительных материалов (далее СМ) для изготовления строительных конструкций (далее СК) осуществляется по нормативным требованиям. Показатели качества готового изделия определяются параметрами технических характеристик, которые в рамках одной нормативной единицы (класса, марки и т.д.) имеют широкий диапазон допустимых значений. При таком подходе сложно обеспечить высокую степень соответствия свойств СК складывающимся для них условиям эксплуатации (УЭ) и функциональному назначению (ФН) в ОН, что может привести к

преждевременному снижению эксплуатационных характеристик конструктивных элементов здания, либо к излишнему расходу ресурсов

Можно выдвинуть гипотезу о том, что при изготовлении каждого типа СК для известных условий их эксплуатации (УЭ) и функционального назначения (ФН) становится возможным выбор наилучшего сочетания технических характеристик строительного материала. В данной работе под единицей ассортимента строительных конструкций принято понимать множество изделий, характеризующихся достаточно точным соответствием своих характеристик заданным УЭ и ФН в объектах недвижимости. Каждая единица ассортимента изготавливается из строительного материала, характеристики которого являются оптимальными в рамках решения установленной для этой единицы многокритериальной задачи выбора. Данная гипотеза предполагает учет предпочтений групп экспертов, отражающих интересы подсистем потребителя и производителя строительных материалов и конструкций. Однако возрастающая роль человеческого фактора без использования специальных технологий ослабляет структурные связи между данными подсистемами, что приводит к браку на производстве или получению продукции с неоптимальными свойствами и, как следствие, к дополнительному привлечению ресурсов строительной отрасли в период эксплуатации здания [1]. Поэтому, становится актуальным применение методов субъектно-ориентированного управления и системной инженерии при разработке информационной системы управления выбором характеристик строительных материалов конструкций ОН, которые позволят повысить степень структурированности системных связей между подсистемами строящегося объекта недвижимости.

2. Построение архитектуры информационной системы

Информационная система (ИС) на основании синтеза методов математического планирования эксперимента и методов комплексного оценивания, а также учета ФН и УЭ готовых конструкций в здании позволяет подобрать строительный материал с оптимальным набором характеристик. Архитектура ИС представлена на рисунке 1.

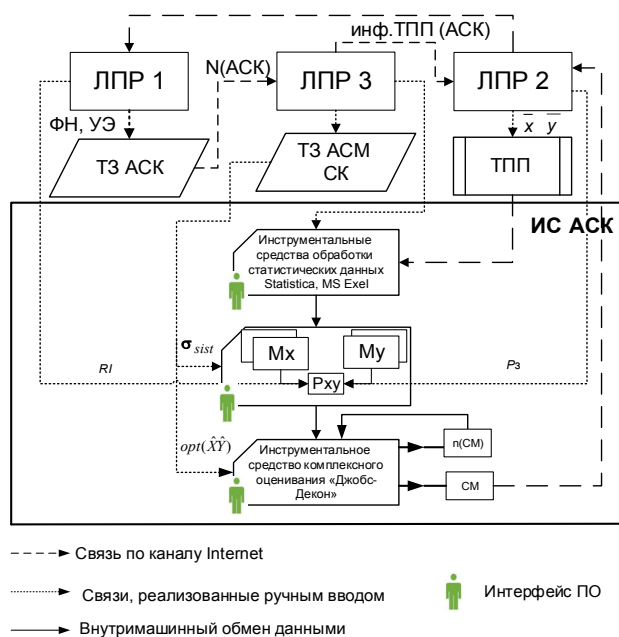


Рис. 1. Архитектура информационной системы управления выбором характеристик строительных материалов конструкций объектов недвижимости.

Элементами ИС является совокупность персонала заинтересованных лиц подсистем потребителя (ЛПР 1), производителя (ЛПР 2) и системных инженеров (ЛПР 3), технического (аппаратных средств реализации ТПП и контроля качества исходных компонентов смесеобразования), программного и информационного обеспечения.

Описание функционирования представленной системы начнем с момента разработки технического задания (ТЗ) на ассортимент СК, которое составляется проектировщиком (ЛПР 1) на основе более полного учета ФН и УЭ строительных конструкций в объекте недвижимости. Проектировщик, при помощи связи по каналу Internet отправляет заявку на ассортимент СК системному инженеру (ЛПР 3). В таблице 1, на примере перекрытий, систематизированы основные эксплуатационные факторы, которые необходимо учитывать проектировщику при расчете ассортиментных единиц СК.

Таблица 1. Основные требования к строительным материалам, предназначенным для изготовления перекрытий.

| Назначение конструкции в объекте недвижимости | Эксплуатационные факторы | Требования к строительному материалу |
|---|--|---|
| Перекрытия | | |
| Чердачные | Нагрузки, смена температур и влажности | Прочность, теплопроводность, водонепроницаемость, морозостойкость |
| Междуэтажные | Статические и динамические нагрузки, шумы и звуки (ударные и воздушные) | Прочность, звукопроводность, теплопроводность, масса изделия |
| Полы | Статические и динамические нагрузки; в отдельных случаях воздействие воды и агрессивных сред | Износостойкость, прочность, гигиеничность, в отдельных случаях коррозионная стойкость |

Представление основных эксплуатационных требований, предъявляемых к ассортиментной единице перекрытия № 1 в ОН, представлено таблицей 2.

Таблица 2. Основные требования к строительным материалам, предназначенным для изготовления перекрытий.

| № | Эксплуатационные воздействия | Ед.изм | |
|---|--|---|--------------------------|
| Ассортиментная единица перекрытия №1 | | | |
| 1 | Статические и динамические нагрузки: расчетная нагрузка: расчетная погонная нагрузка: расчетная нормативная погонная нагрузка: | $q_p=5,94$ $q=8,91$ $q^n=7,59$ | кН/м |
| 2 | Шумы и звуки (ударные и воздушные) вибрационная характеристика амплитудной скорости: вибрационная характеристика амплитудного ускорения: | $V_{max}=3,5737$; $A_{max}=0,3326$; | мм/с м/с ² |
| 3 | Температурные воздействия средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года: температура наиболее холодной пятидневки: температура наиболее холодных суток: температурные перепады внутри помещения из-за размещения инженерных сетей: ЭК 3 | $t_{жар.мес.}:+24,5$; $t_{хол.пят}:35$; $t_{хол.сут} : -39$; $t_{внутри.помеще}:$ $(-2)-(+29)$; | °С |
| 4. | Масса изделия | $<2,8$ | т |

ЛПР 3 осуществляет перевод требований к характеристикам строительных конструкций в требования к характеристикам строительного материала. Данные требования включают в себя системные ограничения σ_{sist} на эксплуатационные характеристики СМ и критерии их оптимизации $opt \hat{X}$ и $opt \hat{Y}$. Процесс формализации требований к характеристикам строительных материалов предлагается строить на основе известных подходов к постановке задач многокритериальной оптимизации (таблица 3).

Таблица 3. Требования к материалу строительных конструкций.

| х № | Прочность, МПа | Плотность, кг/м ³ | Морозостойкость, цикл | Водонепроницаемость, МПа. |
|---|--|--|--|---|
| Ассортиментная единица перекрытия №1 | | | | |
| 1. | $x_1 \rightarrow \max$ $x_1 \geq 27$ | $x_2 \rightarrow \min$ $x_2 < 2500$ | $x_3 \rightarrow \max$ $x_3 \geq 150$ | $x_4 \rightarrow \max$ $x_4 \geq 0,6$ |
| 2. | $x_1 \rightarrow \max$ $x_1 > 20$ | $x_2 \rightarrow \min$ $x_2 < 2500$ | $x_3 \rightarrow \max$ $x_3 \geq 75$ | $x_4 \rightarrow \max$ $x_4 \geq 0,6$ |
| 3. | $x_1 \rightarrow \max$ $x_1 > 20$ | $x_2 \rightarrow \min$ $x_2 < 2500$ | $x_3 \rightarrow \max$ $x_3 \geq 200$ | $x_4 \rightarrow \max$ $x_4 \geq 0,6$ |
| 4. | $x_1 \rightarrow \max$ $x_1 > 10$ | $x_2 \rightarrow \min$ $x_2 < 2400$ | $x_3 \rightarrow \max$ $x_3 \geq 75$ | $x_4 \rightarrow \max$ $x_4 \geq 0,4$ |
| Требования к характеристикам СМ | $x_1 \rightarrow \max$ $x_1^{\max} \geq 27$ | $x_2 < 2400$ | $x_3 \geq 220$ | $x_4 \rightarrow \max$ $x_4^{\max} \geq 0,6$; |
| σ_{sist} | $x_1^{\max} \geq 27$; $x_2 < 2400$; $x_3 \geq 220$; $x_4^{\max} \geq 0,6$; | | | |
| $\hat{X} = (K_1 X_1 + K_2 X_4 + K_3 X_p) \rightarrow \max$, | | | | |
| X_1, X_4, X_p – значение сертификата оптимизируемых характеристик материала, в данном случае X_1 – прочность при сжатии, МПа; X_4 – коэффициент водонепроницаемости; X_p – цена, руб. | | | | |

После определения системных ограничений и критериев оптимизации ЛПР 3 передает информацию производителю СМ и СК (ЛПР 2) о параметрах ТПП. ЛПР 2 осуществляет планирование и проведение промышленного эксперимента с целью получения функций отклика для характеристик материала (Statistica (Exel) и заносит полученные данные в ИС (Декон СМ) [2].

Затем ЛПР 3 строит два набора матриц – массивов $M_y(M_y(i, j)_k, y \in \bar{y})$ и $M_x(M_x(i, j)_k, x \in \bar{x})$ в совокупности представляющих собой альтернативы СМ. С целью исключения необоснованного удорожания продукции ЛПР 3 в ИС осуществляется процедура ценообразования (Рху) на основе предпочтений заинтересованных лиц: ожидаемой нормы прибыли производителем и показателей качества изделия потребителем. ЛПР 1 предоставляет информацию об ожидаемых издержках (R1), а ЛПР 2 об ожидаемой норме прибыли (Pz) [3].

Для решения задачи выбора оптимального СМ на множестве альтернатив, разработан алгоритм, осуществляющий выбор из множества вариантов управления дозировкой ограниченно заданное количество рецептур, которые обеспечивают максимальные значения комплексной оценки качества материала, тем самым обеспечивая оптимальные показатели свойств СМ, предназначенных для изготовления единиц ассортимента СК. В основе данного алгоритма лежит разработка инструментального средства поддержки принятия решений «Джобс-Декон». Алгоритм данной программы представлен на рис. 2.

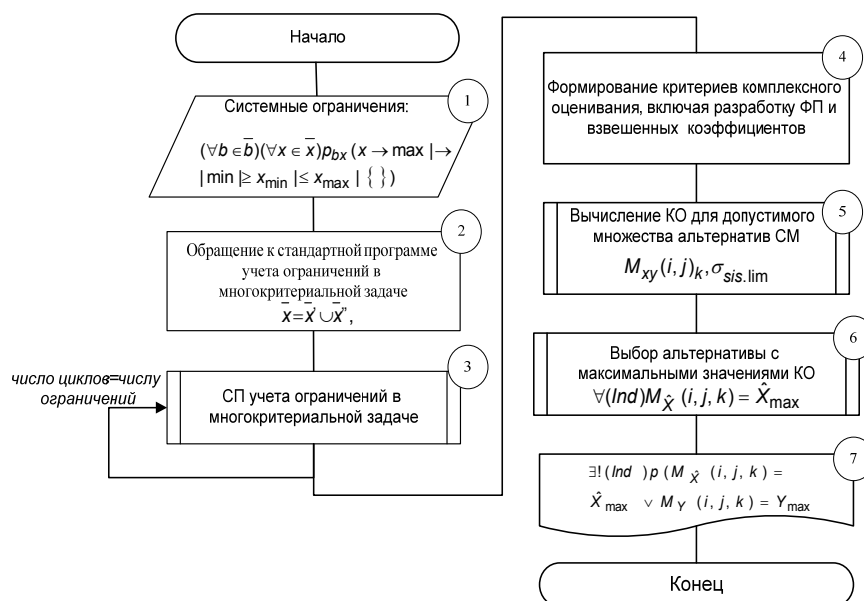


Рис. 2 –Алгоритм поиска оптимальных управлений выпуском СМ в рамках решения многокритериальной задачи выбора

Работа алгоритма начинается с ввода ЛПР 3 системных ограничений σ_{sist} к характеристикам материала в ИС. При помощи стандартных программ осуществляется циклическая процедура усечения областей матриц-массивов $M_x(i, j)_k, x \in \bar{x}$ и $M_y(i, j)_k, y \in \bar{y}$, соответствующая системным ограничениям, и создание нового массива $M_{xy}(i, j)_k, \sigma_{sis.lim}$ с допустимыми к реализации альтернативами СМ. Затем ЛПР 3 строится модель предпочтений потребителя и производителя на основе критериев оптимизации $opt \hat{X}$ и $opt \hat{Y}$ посредством поэтапной реализации следующих процедур:

- выбор значимых характеристик объекта;
- создание фазово-квалитетической системы координат для каждой характеристики СМ;
- поэтапное построения функций приведения для каждой характеристики СМ.
- определение частных критериев характеристик СМ (взвешенных коэффициентов);
- ввод значений характеристик;
- вывод ранжированного ряда альтернатив.

Пошаговое выполнение операций поиска оптимальных альтернатив СМ представлено на рис.3

После завершения процедуры построения моделей предпочтений осуществляется комплексное оценивание альтернатив СМ в соответствии с критерием оптимизации $opt \hat{X}$. В случае получения нескольких альтернатив с максимальными КО, процедура выбора строится на основе критерия оптимизации $opt \hat{Y}$.

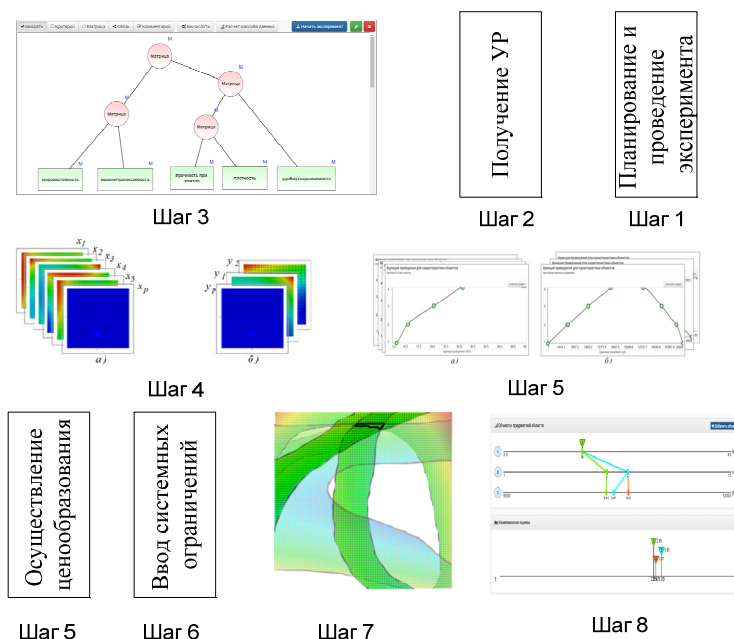


Рис. 3 –Решение многокритериальной задачи выбора ассортиментных единиц СК в ИС

В результате чего ЛПР 3 получает данные об оптимальном дозировании компонентов смесеобразования для каждой ассортиментной единицы. Данную информацию он отправляет ЛПР 2, который реализует ее в рамках ТПП.

3. Заключение

Разработана процедура математической постановки и решения задач выпуска ассортимента строительных конструкций, отличающихся субъектно-ориентированным учетом их функционального назначения и условий эксплуатации в объекте недвижимости. Данная процедура отличается повышением степени структурированности системных связей между подсистемами потребителя и производителя, разработкой алгоритмов поиска оптимальных решений в задаче выбора характеристик строительных материалов на основе предпочтений заинтересованных лиц в отношении цены и качества готовой продукции.

Список литературы

1. Кривоги́на Д.Н. Оптимизация производства ассортимента строительных материалов на основе методов системной инженерии // Прикладная математика и вопросы управления. 2018. № 2. С. 79-94.
2. Сафонов Н.И., Харитонов, В.А., Вычегжанин, А.В., Гревцев, А.М., Кривоги́на, Д.Н. Инструментальные средства «соединения креативности и технологичности» в задачах субъектноориентированного управления // Управление экономическими системами. Электронный научный журнал. 2017. № 5. С. 51-54.
3. Харитонов В.А., Гейхман Л.К., Кривоги́на Д.Н. Механизмы субъектно-ориентированного ценообразования в задачах управления венчурными проектами // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2017. №. 12. С. 61-77.