

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

О. В. Ашихмин, А. П. Шестакова

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DIGITALIZATION OF TECHNOLOGICAL AND DESIGN DECISION-MAKING PROCESSES IN MODERN CONSTRUCTION

Oleg V. Ashikhmin, Alena P. Shestakova

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Результаты проведенного исследования позволяют расширить область внедрения метода «дерево решений» в процессы принятия проектных решений и рассмотрения вариантов технологического оснащения при выборе строительной техники на примере производства земляных работ на объекте строительства «Архитектурный ансамбль "Вознесенский"» в г. Тюмени («АА "Вознесенский"»).

В ходе реализации поставленной цели исследований были решены следующие задачи: рассмотрены варианты традиционного подхода к определению потребности в строительной технике; проанализированы модели и методы принятия управленческих решений; изучен метод «дерево решений», выявлены его преимущества и недостатки; успешно применен в цифровом эксперименте и рекомендован к реальному внедрению метод «дерево решений» при разработке алгоритма принятия проектных решений и выбора вариантов механизации производства земляных работ с использованием программы Deductor Academic Studio на строительстве реального объекта.

Abstract. The results of the research allow us to extend the scope of the "decision tree" method introduction into the processes of making design decisions and exploring of variants of technological equipment when choosing construction equipment for excavation works by the example of the construction object "Architectural ensemble "Voznesensky" in Tyumen.

To achieve the research purpose the following problems were solved: variants of the traditional approach to determination of building equipment requirements were considered; models and methods of management decisions were analyzed; the "decision tree" method with its advantages and disadvantages was studied; the "decision tree" method was successfully used in the digital experiment and recommended for the implementation in developing an algorithm for decision-making and choosing variants of mechanization of excavation works using Deductor Academic Studio program to build an actual object. Nowadays we've never known any cases of direct application of the "decision tree" method in project management in the Russian construction industry.

На сегодняшний день неизвестны случаи прямого применения метода «дерево решений» в управлении проектами в российской строительной отрасли. Нет опубликованных результатов исследований по его внедрению в процессы принятия проектных и производственных решений.

Ключевые слова: «дерево решений», технологические и проектные решения, управление проектами, информационные технологии, цифровизация



Введение

В современном мире информация стала основным продуктом и ресурсом общества практически во всех сферах деятельности, а информационные технологии – неотъемлемой частью нашего существования. В сфере индустрии программного обеспечения появилась концепция гибкой разработки. Эта методология в современных условиях цифровой реальности позволяет справляться с высокими темпами изменения окружающей среды и создавать актуальный продукт по запросам заказчика. На данный момент эта концепция переросла рамки традиционного пакетного программного обеспечения и представляет собой перспективную альтернативу привычному подходу к управлению проектами.

В традиционном представлении цель управления проектами в строительстве состоит в достижении высоких технико-экономических показателей за счет соблюдения сроков возведения объектов при рациональных затратах ресурсов. Проектный подход к управлению производственными процессами доказал свою эффективность на практике и успешно применяется ведущими мировыми компаниями. К сожалению, в РФ проектное управление пока не имеет широкого распространения, и для российских руководителей, управленцев это достаточно новый продукт. Однако даже при небольшом перечне планируемых к выполнению работ необходимо продумывать и выстраивать технологический процесс максимально эффективно ввиду обилия техники и разнообразия ее возможностей. При таком подходе важным фактором принятия решения, которое бу-

There are no published results of researches about its introduction in processes of making design and industrial decisions.

Key words: "decision tree", technological and design decisions, project management, information technology, digitalization

дет однозначно эффективным, является формирование и рассмотрение максимально полного множества возможных альтернативных вариантов.

Проблема принятия решений привлекает ученых и специалистов из разных сфер деятельности. Немаловажными аспектами изучения данной темы являются понимание, разработка и реализация процесса принятия эффективных и рациональных решений. Теория принятия решений как научное направление прослеживалась в работах Дж. фон Неймана. Суть ее формировалась на основе формально-логических и математических методов, но никак не на экспериментальных данных.

Чаще всего выделяют два направления в исследовании процесса принятия решений: нормативное (на основе формализованных методов, моделей) и дескриптивное (основанное на изучении психологии принятия решения). Оба подхода являются необходимыми и дополняют друг друга. Чаще всего принятие решений происходит в условиях неопределенности, что не всегда позволяет выстроить формальную модель поиска оптимального решения.

В стандартном процессе принятия эффективного решения необходимы: информация или исходные данные; профессиональные знания, позволяющие оценить ситуацию или проблему; знания формальных правил выработки решения. Первые два пункта не вызывают явных сомнений, тогда как третий требует некоторых разъяснений.

Любой процесс принятия решений подразумевает наличие:

- того, кому предстоит принять решение;
- переменных ситуаций, то есть тех данных, на воздействие которых еще можно повлиять;
- неуправляемых переменных ситуаций, воздействия которых избежать невозможно.

Управляемые и неуправляемые переменные создают некую внешнюю среду проблемы:

- определенные ограничители изменения переменных ситуаций;
- несколько вариантов результата или выбора.

Весь процесс принятия решения можно представить как последовательность определенных действий, которые в конечном итоге приведут к оптимальному решению. Процесс выработки решений подчинен некоторому перечню управленческих операций. Их можно объединить в определенные целевые комплексы. Операции выполняются в строго заданной последовательности и могут быть представлены в виде схемы (рис. 1).

Объектом исследования являются процессы организации и производства строительно-монтажных работ на объекте «АА "Вознесенский"», расположенном в квартале улиц Щербакова, Заозерной, Красноармейской и Береговой в Тюмени. Исследуемый участок производства работ находится в стесненных условиях существующей городской застройки. Организационно-технологическая схема строительства предполагает классическую очередность возведения объектов. Все этапы строительства предполагается вести поточным методом.

Предметом исследования выступают теоретические и практические аспекты применения

метода «дерево решений» как технологии выбора альтернативных проектных и технологических решений в управлении проектом на примере реального строительного объекта с использованием программы Deductor Academic Studio.

Для достижения изложенных в статье результатов был использован следующий комплекс методов исследований: теоретический (изучение литературы); частные (моделирование – создание алгоритма (дерева решений), отражающего процессы производства работ с помощью информационных технологий); общенаучные (системный анализ и обобщение результатов исследования, сравнение полученных результатов с экспертным мнением).

Обсуждение

Стремительное развитие информационных технологий повлекло за собой модернизацию методов сбора, обработки и хранения информации, что позволило формировать базы данных, которые необходимо анализировать. В результате возник спрос на методы, помогающие проводить автоматическое исследование подобных данных, когда необходимо принять несколько решений в условиях неопределенности и зависимости этих решений от определенных событий или характеристик, когда каждое решение зависит от исхода предыдущего.

Одним из методов автоматизированного анализа подобных массивов данных является метод «дерево решений». Первые работы, являющиеся основополагающими для развития деревьев решений, были опубликованы в 1966 году в книге «Experiments in Induction»¹. Первые идеи

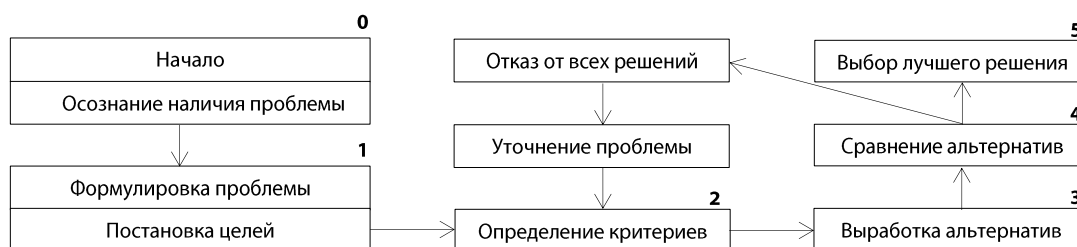


Рис. 1. Этапы стандартного процесса принятия решения

¹ Hunt, E. B. Experiments in Induction / E. B. Hunt, J. Marin, Ph. J. Stone. – Direct text. – New York : Academic Press, 1966. – 247 p.

были замечены в работах Ховленда (Hoveland) и Ханта (Hunt) конца 1950-х годов [1–5].

На этапе выбора актуальных альтернатив метод «дерево решений» является одним из наиболее популярных. По мнению авторов данной статьи, применение этого метода и его усовершенствованных модификаций, например, в строительной отрасли позволит ее участникам успешно реализовывать проекты, анализировать всевозможные методы производства строительных работ, а также оперативно предлагать эффективные решения в процессе реализации проекта.

Определенное человеческое решение может быть неосознанным и не всегда является оптимальным. Принятие правильного решения подразумевает под собой процедуру выбора из множества вариантов.

Основной характеристикой аналитики метода «дерево решений» являются сценарии, которые представляют собой иерархическое дерево узлов. Узел запускается на выполнение, открывая все родительские узлы, визуализаторы данного узла и информацию, которая содержится внутри него. Как и в классической структуре, узлы взаимодействуют друг с другом на уровне программного ядра. Каждый узел собирает в себе набор исходных данных, а в процессе обработки и на выходе доступен один или несколько наборов данных (рис. 2).

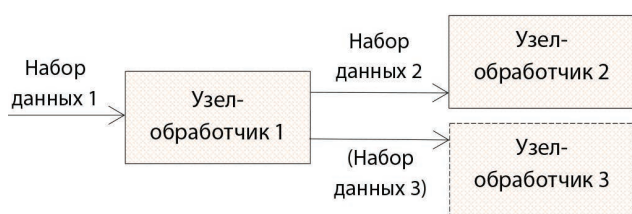


Рис. 2. Структура взаимодействия узлов

Деревья решений позволяют выполнять большое количество задач, используя при этом математические модели и машинное обучение. В итоге программный комплекс дает возможность выстраивать иерархическую структуру на основании исходных данных, которые были занесены в программу для ее обучения, создавать визуализацию эффекта и результата работы де-

рева, формировать структуру данных или знаний в интуитивно понятном виде.

Дерево решений представляет собой графическое изображение процесса или проблемы принятия решений, которое может содержать альтернативные решения и наиболее вероятные выигрыши для любых комбинаций. Дерево формируется из вершин – ключевых состояний, – которые подразумевают наличие выбора. Вершины (точки) принятия решений – это моменты времени, когда происходит выбор альтернатив. На дереве решений каждая ветвь, представляющая либо существующий вариант действий, либо возможное последствие выбранного действия, делится в определенных точках на совокупность других ветвей. Вершины между собой взаимосвязаны через ветви дерева, которые представляют собой связь точки принятия решений и различных событий (решений), в том числе случайных. Также у деревьев решений есть и вероятностная составляющая. На ветвях дерева могут располагаться вероятности наступления событий, сумма вероятностей в каждой точке принятия решений равна единице. В конце каждой ветви располагается количественное выражение каждой альтернативы. Чаще всего построение дерева происходит сверху вниз, то есть является нисходящим. Также удобно выстраивать дерево слева направо. Классический вариант представлен на рис. 3.

Дерево решений позволяет сделать выбор из имеющихся вариантов, который будет наилучшим исходом события или действия. Дерево действует на основе правил, отображающихся в виде иерархической, последовательной структуры, где каждому объекту соответствует единственный узел, приводящий к определенному решению. Правило дерева решений – это логическая конструкция с главным условием в виде «ЕСЛИ..., ТО...». Причем количество результатов ничем не ограничено, то есть дерево будет выстраиваться, пока будут альтернативные варианты.

Данный метод подходит для анализа проектов, результат которых имеет несколько вариантов развития. Важным аспектом составления дерева является наличие достоверной информа-

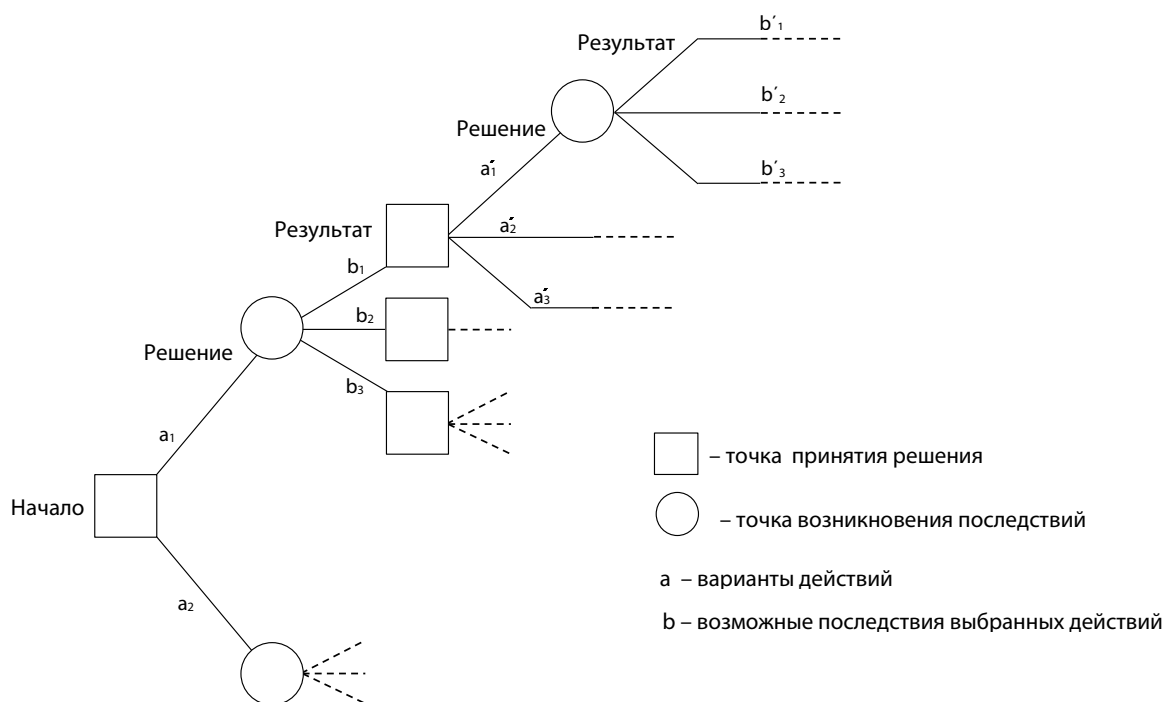


Рис. 3. Пример классической структуры дерева решений

ции с учетом вероятности и момента наступления данных событий.

В ходе исследований была проверена достоверность работы метода «дерево решений» в программном комплексе Deductor Academic Studio. Полученные результаты были сопоставлены с фактическими. Для проверки правильности выбора конечного мероприятия по определенным параметрам была отслежена значимость применяемых атрибутов и визуализированы правила выбора решений на реальном объекте строительства.

Данное программное обеспечение позиционируется как платформа продвинутой аналитики, позволяющая создавать законченные прикладные аналитические решения для бизнеса. Технологии Deductor дают возможность пройти все этапы от консолидации данных до построения визуальных моделей. Проблема большинства подобных алгоритмов в неспособности обрабатывать большое количество исходных данных, для чего часто используют встроенные языки программирования. Для работы с платформой Deductor пользователю не требуется специаль-

ная подготовка в области программирования.

Цифровой эксперимент. Выходным набором данных для исследуемого объекта был принят параметр «Специальные мероприятия при устройстве ограждающих конструкций бровки котлована». В геоморфологическом отношении участок производства работ приурочен к левобережной пойменной террасе реки Туры. По итогам предпроектных инженерно-геологических изысканий на исследуемой территории было обнаружено значительное техногенное воздействие. Естественный рельеф нарушен, почвенно-растительный слой полностью не сохранен. В связи с хозяйственной деятельностью человека нарушен естественный сток атмосферных осадков и инфильтрации. В итоге в качестве ключевых исходных данных были приняты следующие условия: УГВ выше дна котлована, температура грунта > 0 °С, сезонный подъем воды присутствует, приток воды – слабый, глубина котлована < 5 м, грунт связный, внешние факторы – новое строительство.

В результате получено дерево решений, приведенное на рис. 4.

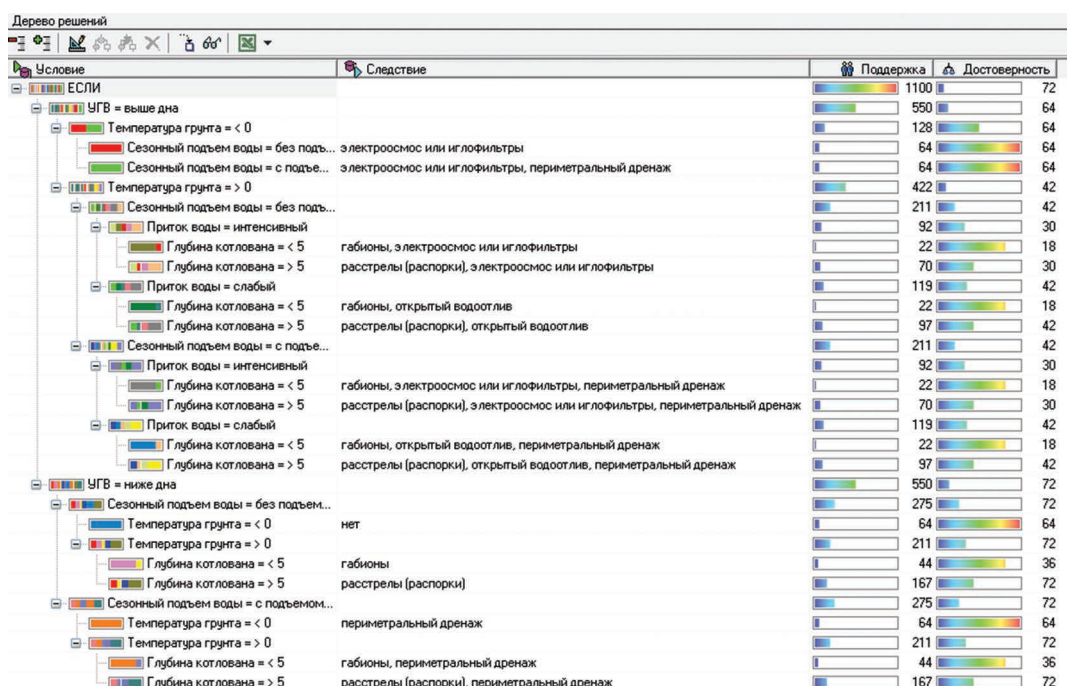
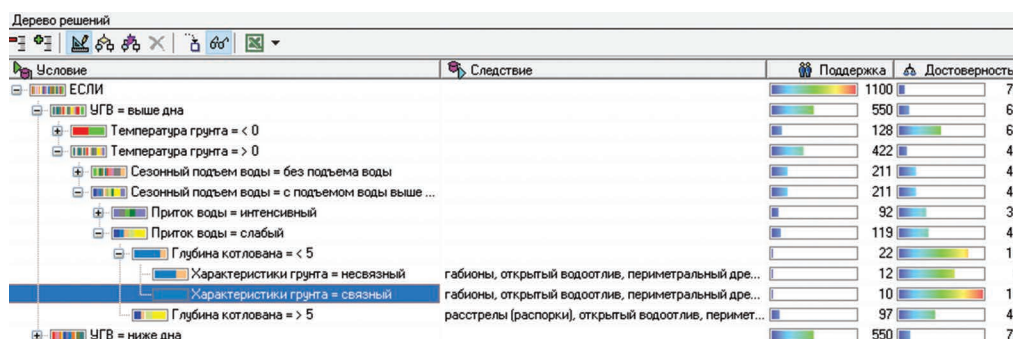


Рис. 4. Дерево решений для определения специальных мероприятий при устройстве ограждающих конструкций бровки котлована



Узел 21: Правило 10	Класс	№	%
анкерная крепь		0	0,00
анкерная крепь, открытый водоотлив		0	0,00
анкерная крепь, открытый водоотлив, периметральный дренаж		0	0,00
анкерная крепь, периметральный дренаж		0	0,00
анкерная крепь, электроосмос или иглофильтры		0	0,00
анкерная крепь, электроосмос или иглофильтры, периметральный...		0	0,00
габионы		0	0,00
габионы, открытый водоотлив		0	0,00
габионы, открытый водоотлив, периметральный дренаж		10	100,00
габионы, периметральный дренаж		0	0,00
габионы, электроосмос или иглофильтры		0	0,00
габионы, электроосмос или иглофильтры, периметральный дренаж		0	0,00
георешетки		0	0,00
георешетки, открытый водоотлив		0	0,00
георешетки, открытый водоотлив, периметральный дренаж		0	0,00
георешетки, периметральный дренаж		0	0,00
георешетки, электроосмос или иглофильтры		0	0,00
георешетки, электроосмос или иглофильтры, периметральный дре...		0	0,00
нагели		0	0,00
нагели, открытый водоотлив		0	0,00
нагели, открытый водоотлив, периметральный дренаж		0	0,00
нагели, периметральный дренаж		0	0,00
нагели, электроосмос или иглофильтры		0	0,00

ЕСЛИ
 УГВ = выше дна И
 Температура грунта = > 0 И
 Сезонный подъем воды = с подъемом воды выше отметки пола И
 Приток воды = слабый И
 Глубина котлована = < 5 И
 Характеристики грунта = связный
ТОГДА
 Специальные мероприятия = габионы, открытый водоотлив, периметральный дренаж

Рис. 5. Дерево решений для определения специальных мероприятий

Алгоритм, созданный в программе, предложил использовать следующие мероприятия по обеспечению устойчивости откосов: устройство габионов, устройство откосов под прямым углом и углом < 90°, химическое закрепление и цементация. Исходя из технико-экономических показателей реально выполнено устройство откосов под углом < 90°. Из всех возможных мероприятий по понижению уровня грунтовых вод программа предложила выполнить заморозку, открытый водоотлив и периметральный дренаж. Построенное дерево решений для определения перечня необходимых специальных мероприятий приведено на рис. 5.

Фактически на объекте производства работ были выполнены мероприятия по водопониже-

нию: открытый водоотлив и периметральный дренаж. Устройство устойчивых откосов под углом заложения $< 90^\circ$. Устройство габионов теоретически было возможно, но мероприятие не производили исходя из предпочтений заказчика. Данные мероприятия в предлагаемых вариантах проектных решений наглядно можно проследить и в дереве решений. В итоге проведенного цифрового эксперимента из трех предложенных программой вариантов два были реализованы на практике в реальных условиях. Основные результаты опубликованы в трудах [7–10].

Выводы

На основе экспертного метода оценки принятых решений нами был получен традиционный набор специальных мероприятий и строительной техники для производства земляных работ на объекте «АА "Вознесенский"». Используемый программный комплекс Deductor Academic Studio позволил получить машинную визуализацию принятия решения на основе заданных исходных данных. В результате разработан алгоритм принятия проектных решений для производства земляных работ, а именно – создано дерево решений с перечнем мероприятий по устройству ограждающих конструкций бровки котлована.

Было выявлено, что использование баз данных, сформированных на основе ранее разработанных и реализованных проектов, экспертных оценок и предыдущего опыта, перенесенных в эффективную модель машинного обучения, позволяет получать максимально рациональные проектные решения и технологические варианты. Использование данного метода и программного обеспечения можно развивать для применения на всех этапах проектной деятельности в строительстве.

Образная модель процесса возведения исследуемого объекта на этапе производства земляных работ, изображаемая в виде дерева решений, является интуитивно понятной и существенно упрощает понимание решаемой задачи. В каждом узле наглядно видно, какое решение принимает модель, откуда исходят ошибки или неточности

и какие данные будут влиять на исход принятия конечного варианта решения.

Созданный алгоритм дерева решений не требует от пользователя выбора входных данных, достаточно задать все существующие, и алгоритм сам выберет из них наиболее значимые. Полученные результаты работы алгоритмов легко интерпретируются пользователем.

Метод характеризуется высокой самообучаемостью и точностью прогноза на уровне статистики. Было выявлено, что заложенные в методику алгоритмы конструирования деревьев решений имеют возможность специальной обработки пропущенных значений. Деревья решений одинаково эффективно работают и с числовыми, и с категориальными типами данных. Деревья решений, в отличие от многих методов, строят непараметрические модели и способны обрабатывать категориальные значения. Таким образом, они могут справляться с такими задачами Data Mining, в которых отсутствует априорная информация о виде зависимости между исследуемыми данными [2, 4].

Однако полученный опыт работы с алгоритмом используемой программы и сформированной базой данных позволяет сделать выводы, что в связи с возможностью обучения деревьев решений подвержены переобучению. Необходимо более тщательно следить за признаками и размерностями, которые с максимальным весом влияют на построение траекторий принятия решений. Также деревья подвержены к смешению классов, а это значит, что программа может иногда смещать процесс правильного принятия решения в пользу маловероятного или неверного выбора. Решением данной проблемы видится периодическое проведение балансировки классов данных, их веса и определения функций класса.

Тем не менее, можно сделать вывод, что метод «дерево решений» может успешно применяться на всех стадиях жизненного цикла проекта. Данная разработка позволит всем участникам строительства увеличить скорость принятия проектных, оперативных решений и рационально использовать технологические ресурсы в реальных проектах.

По результатам исследования мы получили визуализированный результат работы алгоритма принятия проектных решений для устройства ограждающих конструкций бровки котлована при строительстве объекта «АА "Вознесенский"». Используемые принципы и алгоритмы принятия проектных решений можно применять при производстве других видов работ на протяжении

всех этапов строительства объектов и управления строительными проектами. Данный цифровой эксперимент [9] показал, что для получения быстрого и достоверного варианта решения достаточно иметь исходную (опытную) базу данных (в нашем случае – таблицу) и апробированное программное средство составления дерева решений, например, Deductor Studio Academic.

Библиографический список

1. Шитков, В. К. Классификация наблюдений с использованием иерархических деревьев решений / В. К. Шитков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Текст : электронный // Количественная гидроэкология : методы системной идентификации / В. К. Шитков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭББ РАН, 2003. – 463 с. – URL: <http://www.ievbran.ru/kiril/Library/Book1/content391/content391.htm>.
2. Дюк, В. А. Data mining – интеллектуальный анализ данных / В. А. Дюк. – Текст : электронный // InfTech : [сайт]. – URL: <http://inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html>.
3. Parsaye, K. A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes / K. A. Parsaye. – Direct text // The Journal of Data Warehousing. – № 1. – 1998. – P. 56.
4. Елманова, Н. Введение в Data Mining / Н. Елманова. – Текст : электронный // КомпьютерПресс : [сайт]. – URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=11616>.
5. Деревья решений. Методы классификации и прогнозирования // ИНТУИТ : национальный открытый университет : [сайт]. – URL: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/9/>.
6. Федоров, Д. А. Преимущества внедрения информационных технологий в организацию и производство строительно-монтажных работ / Д. А. Федоров. – Текст : непосредственный // Инновационные процессы в науке и технике XXI века : материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых, педагогических работников и специалистов-практиков, Нижневартовск, 24 апреля 2020 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 312–316.
7. Федоров, Д. А. Возможности применения информационных технологий в строительном производстве / Д. А. Федоров, О. В. Ашихмин. – Текст : непосредственный // Научно-практические исследования. – 2020. – № 5–7 (28). – С. 63–65.
8. Федоров, Д. А. Принципы моделирования строительных процессов с использованием информационных технологий на примере программного продукта ELMA на базе BPMN / Д. А. Федоров, О. В. Ашихмин. – Текст : непосредственный // Научно-практические исследования. – 2020. – № 12–2 (35). – С. 82–85.
9. Федоров, Д. А. Результаты численного эксперимента по созданию алгоритма принятия проектных решений в строительной практике / Д. А. Федоров, О. В. Ашихмин. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 7 (79). – С. 454–464.
10. Ростовщикова, Д. Э. Современные методы управления проектом на примере методологии Agile Scrum / Д. Э. Ростовщикова // Современная наука и молодые ученые : сборник статей II Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. Пенза, 10 мая 2020 года / ответственный редактор Гуляев Герман Юрьевич. – Пенза: Наука и Просвещение, 2020. – С. 53–55.

References

1. Shitkov, V. K., Rozenberg, G. S., & Zinchenko, T. D. (2003). Klassifikatsiya nablyudeniy s ispol'zovaniem ierarkhicheskikh derev'ev resheniy. Kolichestvennaya gidroekologiya : metody sistemnoy identifikatsii.

-
- Tolyatti, IEVB RAN Publ., 463 p. (In Russian). Available at: <http://www.ievbran.ru/kiril/Library/Book1/content391/content391.htm>.
2. Dyuk, V. A. Data mining – intellektual'nyy analiz dannykh. InfTech. (In Russian). Available at: <http://inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html>.
 3. Parsaye, K. A. (1998). Characterization of Data Mining Technologies and Processes. The Journal of Data Warehousing, (1), p. 56. (In English).
 4. Elmanova, N. (2003). Vvedenie v Data Mining. Komp'yuterPress. (In Russian). Available at: <https://compress.ru/article.aspx?id=11616>.
 5. Derev'ya resheniy. Metody klassifikatsii i prognozirovaniya. INTUIT. (In Russian). Available at: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/9/>.
 6. Fedorov, D. A. (2020). Advantages of implementing information technologies in the organization and production of construction and installation works. Innovatsionnye protsessy v nauke i tekhnike XXI veka: materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov, uchennykh, pedagogicheskikh rabotnikov i spetsialistov-praktikov, Nizhnevartovsk, April, 24. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 312-316. (In Russian).
 7. Fedorov, D. A., & Ashihmin, O. V. (2020). Vozmozhnosti primeneniya informatsionnykh tekhnologiy v stroitel'nom proizvodstve. Nauchno-prakticheskie issledovaniya, (5-7(28)), pp. 63-65. (In Russian).
 8. Fedorov, D. A. & Ashihmin O.V. (2020). Printsipy modelirovaniya stroitel'nykh protsessov s ispol'zovaniem informatsionnykh tekhnologiy na primere programmnoy produkta ELMA na baze BPMN. Nauchno-prakticheskie issledovaniya, (12-2(35)), pp. 82-85. (In Russian).
 9. Fedorov, D. A. & Ashikhmin, O. V. (2021). Rezul'taty chislennogo eksperimenta po sozdaniyu algoritma prinyatiya proektnykh resheniy v stroitel'noy praktike. Engineering journal of Don, (7(79)), pp. 454-464. (In Russian).
 10. Rostovshchikova, D. E. (2020). Modern methods of project management on the example of Agile Scrum methodology. Sovremennaya nauka i molodye uchenye sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v 2 chastyakh. Chast' 1. May, 10. Penza, Nauka i Prosveshchenie Publ., pp. 53-55. (In Russian).

Сведения об авторах

Ашихмин Олег Викторович, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой строительного производства, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ashihminov@tyuiu.ru

Шестакова Алена Петровна, к. э. н., доцент кафедры строительного производства, Тюменский индустриальный университет

Information about the authors

Oleg V. Ashikhmin, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head at the Department of Building Production, Industrial University of Tyumen, e-mail: ashihminov@tyuiu.ru

Alena P. Shestakova, Candidate of Economics, Associate Professor at the Department of Building Production, Industrial University of Tyumen

Для цитирования: Ашихмин, О. В. Цифровизация процессов принятия технологических и проектных решений в современном строительстве / О. В. Ашихмин, А. П. Шестакова. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-95-103. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 95–103.

For citation: Ashikhmin, O. V., & Shestakova, A. P. (2022). Digitalization of technological and design decision-making processes in modern construction. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 95-103. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-95-103.