

альной оценки условий труда критерии определения и список объектов профессиональной деятельности, непосредственно, для производственных процессов, реализуемых в данной организации.

Вышеперечисленные предложения позволят, при их реализации, проводить идентификацию фактора и устанавливать класс (подкласс) вредности с большим приближением к реальным условиям труда.

Список литературы

1 Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Электронный ресурс] : приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н (ред. от 14.11.2016). – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>. – Дата доступа : 10.08.2021.

2 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>. – Дата доступа : 10.08.2021.

3 О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Фед. закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>. – Дата доступа : 10.08.2021.

УДК 656.225

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ

А. А. ЕРОФЕЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. Ф. БОРОДИН

Институт экономики и развития транспорта, г. Москва, Российская Федерация

Решение эксплуатационных задач в Интеллектуальной системе управления перевозочным процессом (ИСУПП) [1] и оптимизация управления отдельными технологическими процессами предполагает определение критериев эффективности для каждой из подсистем и, соответственно, достижения локальных целевых показателей. Вместе с тем должны быть установлены общесистемные критерии эффективности ИСУПП.

Проблема нахождения оптимального управляющего решения (УР) состоит из трех частей:

- 1) формирование множества вариантов УР;
- 2) выбор по определенным правилам из множества вариантов подмножества рациональных УР;
- 3) из подмножества рациональных УР выбор оптимального.

Поиска оптимального УР в ИСУПП обеспечивает модуль «Решатель задачи».

При разработке УР для перевозочного процесса решатель задачи одной подсистемы затрагивает интересы нескольких смежных подсистем. В подобных ситуациях возможны конфликты целей и предпочтений, как на этапе подготовки, так и на этапе реализации УР (рисунок 1).

В процессе функционирования решатель задачи использует цифровую модель перевозочного процесса (ЦМПП) [2], в которой в режиме реального времени регистрируются изменения состояний объектов управления и внешней объектной среды.

При этом принципиальное значение в ИСУПП приобретает формализация той информации, которая необходима для описания основных сущностных положений УР – проблем, целей, критериев и их весов, ресурсов и ограничений, альтернатив, правил фильтрации и выбора.

Модель поиска рационального УР в ИСУПП может характеризоваться следующими условиями:

- 1) выбор УР при отсутствии информации об ограничениях на значения управляемых переменных, параметров объектов управления и весовых критериях значимости целей;
- 2) выбор УР, обеспечивающих значения управляемых переменных, параметров объектов управления и целевых функций не хуже требуемых;
- 3) выбор УР при наложении ограничений по некоторым основным компонентам решения;
- 4) выбор УР при наличии информации о весовых критериях значимости целей и доле их влияния на общее решение.

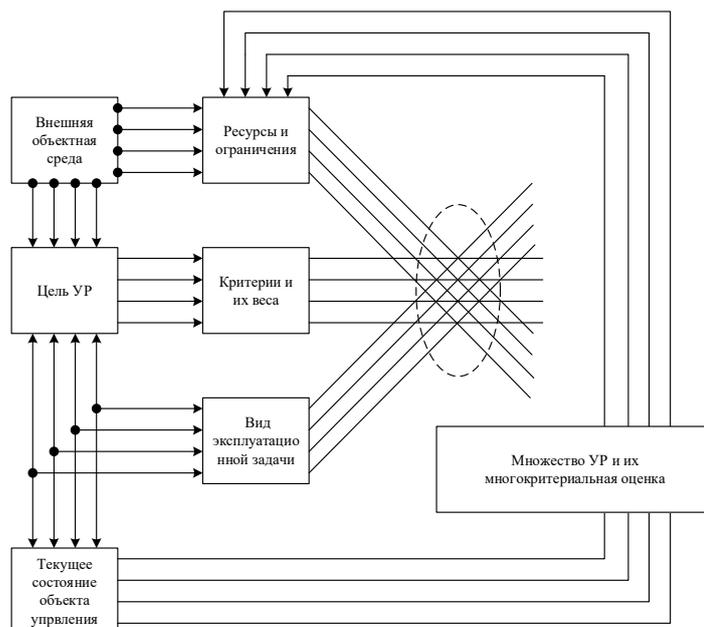


Рисунок 1 – Схема разработки УР в ИСУПП

Способы решения той или иной эксплуатационной задачи в ИСУПП непосредственно зависят от типа задачи. Е. И. Ефимов предложил следующую классификацию типов задач [3].

Задачи первого типа, для которых существует формальная схема решений, представленная на некоем формальном языке. Решение задач осуществляется по имеющейся схеме (детерминированной или вероятностной). Алгоритмическое решение таких задач закладывается на стадии проектирования ИСУПП.

Задачи второго типа, для которых не существует заранее готовой схемы решения, но хорошо известны знания о предметной области. Обычно в этом случае ЛПП в процессе эксплуатации либо вычислительных экспериментов формирует схему решения на основе трансформации неявного знания в явное знание – алгоритм решения. Формализация алгоритмического решения таких задач обеспечивается модулем «обучение» ИСУПП.

Задачи третьего типа, для которых не существует заранее готовой схемы решения и не известны знания о предметной области, которые можно трансформировать в решение. Поиск решения таких задач реализуется сложными эвристическими методами.

Упрощенно задачи первого и второго типа называют задачами первого рода, а задачи третьего типа задачами второго рода [3]. Используем предложенные Е. И. Ефимовым разработки при формировании решателя задач ИСУПП.

Для задач первого рода формирование УР происходит по правилу «Если А, то В». Это означает, что если имеет место эксплуатационная обстановка «А», то следует принять УР «В», т. е. $A \rightarrow B$. В результате действия «В» объект управления переходит в состояние A_T (рисунок 2).

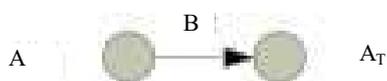


Рисунок 2 – Простое однозвенное решение

Если конечную цель A_T нельзя достичь за одно действие, то имеет место последовательное решение, когда для получения решения требуется цепочка звеньев типа

$$A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow \dots \rightarrow B_{N-1} \rightarrow A_T. \quad (1)$$

Эксплуатационная обстановка A_1 влечет действие B_1 , которое приводит к состоянию объекта управления A_2 . Эксплуатационная обстановка A_2 влечет действие B_2 и так далее, пока не будет достигнуто целевое состояние A_T . Такая цепочка действий будет являться «путем решения» и служить основой построения последовательного алгоритма, который приводит к решению A_T от исходной ситуации A_1 . Совокупность действий $\{B\}$ характеризует процесс формирования комплексного УР.

Модуль «обучения» ИСУПП должен выявлять повторяющиеся цепочки (2) и фиксировать в базе знаний как стереотипные решения.

Решение задач первого рода также предполагает возможность наличия групп альтернативных путей решений, например, $D \rightarrow E \rightarrow A_T$; $H \rightarrow P \rightarrow A_T$; $X \rightarrow Y \rightarrow A_T$ и т. п. Это решения, которые принимаются при других параметрах эксплуатационной обстановки, но приводят к тому же результату. Однако все они не допускают перехода от одного пути решения к другому. ИСУПП необходимо выбрать оптимальный путь решения и в соответствии с ним формировать УР. В этом случае решение эксплуатационной задачи описывается алгоритмом или набором не связанных между собой алгоритмов.

Решение задач второго рода предполагает при известной эксплуатационной обстановке A_b множество путей решения. В итоге необходимо получить решение A_o или конечную ситуацию. Такая ситуация является многовариантной.

Поиск УР предполагает на первом этапе выбор варианта решения (процесс решения, следующее состояние и процесс, который ведет к этому состоянию). Если таких состояний и следующих за ними решений много, то процесс поиска «пути решения» может стать необозримым, что не позволяет найти оптимальный путь решения. Решения задач второго рода предусматривает наличие циклов. В результате решение может быть оптимальным A_o , неоптимальным A_{NO1} , A_{NO2} или ошибочным A_{false} (рисунок 3).

Таким образом, при формировании УР в ИСУПП необходимо руководствоваться следующими принципами.

1 Задачи первого рода – решение задач с использованием имеющихся алгоритмов и прикладных программ (базового массива программ). При такой постановке проблемы предполагается, что в системе имеется заранее сформированный массив программ решения ЭЗ. Интеллектуальными функциями ИСУПП при использовании базового массива программ является поиск на основании некоторой спецификации необходимой программы для решения конкретной ЭЗ и интерпретация программы. Кроме того, в ИСУПП могут использоваться как программы, написанные на языках программирования, относящихся к императивной и декларативной парадигме (в том числе логических и функциональных), так и реализованный с использованием генетических алгоритмов и нейросетевых моделей обработки знаний.

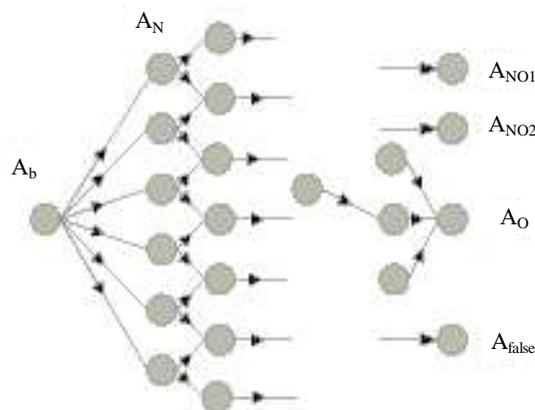


Рисунок 3 – Граф задачи второго рода

2 Задачи второго рода – решение ЭЗ, когда алгоритм решения не известен и программа решения отсутствует. Значительную группу ЭЗ сквозного производственного планирования, оперативного планирования поездной и грузовой работы и диспетчерского управления перевозочным процессом сложно типизировать на стадии разработки ИСУПП. Специалистам, представляющим варианты решения ЛПР, и диспетчерскому аппарату зачастую приходится решать новые эксплуатационные задачи или находить их решение в новых условиях, при новых ограничениях, при новых критериях эффективности. В связи с этим необходимо применять дополнительные методы решения, не рассчитанные на решение типовых задач (например, разбиение задачи на подзадачи, методы поиска решений в глубину и ширину, методы случайного поиска решений, методы деления пополам и т. д.). Для таких задач может оказаться эффективным применение различных моделей логического вывода (классические дедуктивные, индуктивные, абдуктивные, модели, основанные на нечетких логиках, темпоральной логике и др.).

Использование приведенных выше принципов позволит разрабатывать ИСУПП как полнофункциональную, развивающуюся систему.

Список литературы

- 1 Ерофеев, А. А. Разработка интеллектуальной системы управления перевозочным процессом на Белорусской железной дороге / А. А. Ерофеев, О. А. Терещенко, В. В. Лавицкий // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 6. – С. 74–77.
- 2 Применение предметно-ориентированной ГИС для решения задач оперативного управления перевозочным процессом на Белорусской железной дороге / А. А. Ерофеев [и др.] // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2018. – № 2 (37). – С. 50–56.
- 3 Ефимов, Е. И. Решатели интеллектуальных задач / Е. И. Ефимов. – М. : Наука, 1982. – 320 с.