




ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Организации перевозок и дорожного движения»

Учебное пособие

по дисциплине

«Информационные технологии на транспорте»



Автор
Лазарев Е.Г.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Автор



К.т.н., доцент кафедры
«Организации перевозок и
дорожного движения»
Лазарев Евгений Георгиевич





Оглавление

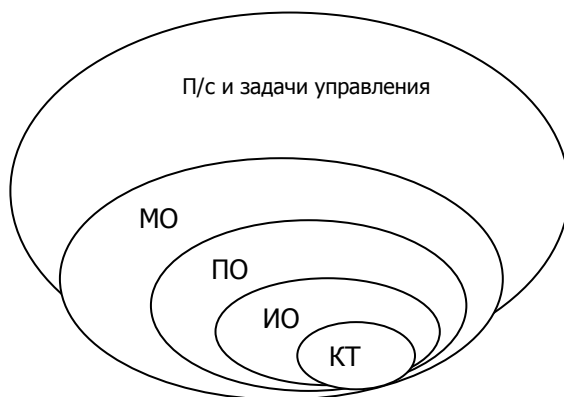
| | |
|--|-----------|
| Лекция №1 Структура информационных технологий | 4 |
| Лекция №2. Классификация информационных технологий | 8 |
| Лекция №3 Анализ комплекса технических средств, используемого в управлении | 13 |
| Лекция №4 Технорабочее проектирование информационных технологий | 16 |
| Лекция №5 Организация взаимодействия разных видов транспорта с использованием информационных технологий | 20 |
| Лекция №6 Применение графоаналитического моделирования в информационных технологиях ... | 25 |
| Лекция №7 Применение методов имитационного моделирования | 30 |

ЛЕКЦИЯ №1

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КТС – комплекс технических средств. Включает в себя:

- средства сбора информации (датчики);
- средства передачи информации;
- средства накопления и хранения информации;
- средства обработки информации (ЭВМ);
- средства отображения информации.



Математическое обеспечение (МО), программное обеспечение (ПО), информационное обеспечение (ИО) и комплекс технических средств (КТС) относят к организационному обеспечению информационных технологий (ИТ).

Подсистемы (П/с) и задачи управления – функциональная часть.

В состав информационного обеспечения входят:

- отдельные показатели информации;
- документы;
- сообщения, передаваемые по каналам связи;
- базы и банки данных;
- системы классификации и кодирование информации;
- классификаторы информации;
- и другие специальные справочники.

В состав программного обеспечения входят:

- специальное программное обеспечение
- общее программное обеспечение.

Общее обеспечение обычно является типовым и поставляется вместе с ЭВМ. К ним относятся различные операционные си-

стемы ЭВМ.

Специальное программное обеспечение предназначено для решения конкретных задач управления.

Под специальным ПО также понимают прикладное программное обеспечение или пакеты прикладных программ.

Математическое обеспечение включает в себя:

- математические методы решения задач управления: 1) линейное программирование 2) динамическое программирование 3) статистическое моделирование 4) имитационное моделирование 5) численные методы решения задач.

Обычно применяют стандартные типовые алгоритмы решения задач управления или разрабатывают оригинальные алгоритмы решения задач управления.

Принято п/с и задачи управления классифицировать следующим образом:

По направлениям деятельности транспортных предприятий и организаций

- 1) Перевозки – информация п/с
- 2) Грузовая и коммерческая работа
- 3) Ремонт и содержание ПС
- 4) Материально-техническое снабжение и организация
- 5) Капитальное строительство
- 6) Техничко-экономическое планирование (ТЭП)
- 7) Финансовая деятельность
- 8) Кадры

В рамках каждой подсистемы целесообразно разрабатывать комплексы управленческих задач, которые будут использовать однородную информацию.

Однородная информация – это информация вертикальная между подсистемами.

В свою очередь задачи управления в рамках каждой подсистемы могут быть классифицированы по функциям управления:

- планирование
- учёт
- оперативное регулирование
- нормирование
- прогнозирование
- анализ.

Каждая функция управления может выполняться в соответствующий временной период. Соответствующие стандартные периоды:

- год

Информационные технологии на транспорте

- квартал (полугодие = 2 квартала)
- месяц
- декада (10 дней)
- сутки
- смена
- 2-4х часовые периоды.

Правительство вводит 3х годовой период (цикл управления).

Таким образом, может быть составлено дерево задач информационных технологий и определено общее количество задач в контуре управления транспортной организации.

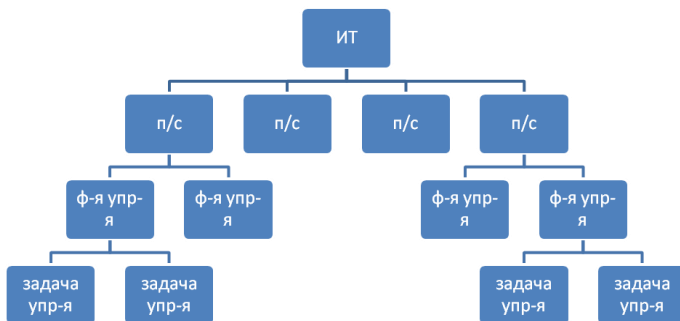


Рисунок 1 – Дерево задач ИТ

Из дерева задач требуется выбрать пусковые комплексы задач, которые подлежат первоочередной разработке в составе ИТ. К ним относят:

- наиболее трудоёмкие задачи
- задачи, которые ранее принципиально не решались из-за отсутствия КТС – такие задачи называют новыми.

Принципы разработки информационных технологий:

- 1) Принцип Новых задач.
- 2) Принцип Первого руководителя. Должен согласовываться состав информации необходимый для решения задач, выходящая информация, нормативно-справочная информация и сам способ решения задач.
- 3) Принцип однократного ввода информации и многократного её использования (интегрированная обработка информации).

4) Принцип непрерывного развития информационных технологий. Реализуется за счёт модульного принципа проектирования информационных технологий, требуется предусматривать резервы КТС по перерабатываемой информации.

Стадии проектирования информационных технологий

В соответствии с действующими нормативными документами по разработке ИТ выделяют следующие стадии:

- 5) Предпроектное обследование объекта управления
- 6) Разработка технического задания (ТЗ) на ИТ
- 7) Разработка технорабочего проекта ИТ
- 8) Ввод в эксплуатацию ИТ

Каждая стадия проектирования предусматривает разработку ряда документов. Всё это оформляется в виде соответствующих пояснительных записок. ТЗ в обязательном порядке утверждается заказчиком ИТ. После утверждения ТЗ начинается разработка технорабочего проекта или отдельно технического проекта и рабочего.

После окончания разработки документация передаётся заказчику и начинается совместно с ним ввод ИТ в эксплуатацию.

Ввод в эксплуатацию обычно предусматривает 3 месяца проведения опытной эксплуатации ИТ.

По её результатам заказчик высказывает имеющиеся у него замечания, ИТ дорабатывается с учётом замечаний и составляется акт о передаче ИТ в промышленную эксплуатацию.

ЛЕКЦИЯ №2. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. По масштабу объекта управления.
 - общегосударственные
 - отраслевые
 - территориальные
 - предприятий
 - отдельными технологическими процессами (ТП)

Для перечисленных информационных технологий по масштабу управления издаются соответствующие нормативные документы, которые регламентируют состав технической документации, получаемой в процессе разработки.

2. По назначению.
 - транспортные
 - экономические
 - медицинские
 - военные и др.
3. По уровню разработки.
 - позадачные информационные технологии (решаются отдельные независимые друг от друга задачи управления)
 - информационные технологии с применением баз и банков данных (такие ИТ обеспечивают интегрированную обработку данных и взаимосвязанное решение комплекса задач)
 - автоматическое принятие решений.

Состав документов предпроектного обследования при разработке информационных технологий

Проводится обследование организационной, функциональной и информационной структуры принадлежащей системе управления.

1. Анализ организационной структуры, принадлежащей системе управления

Выявляется структура и состав элементов, связанных с принадлежащим управлением, приводятся блок-схемы, графы органограммы, характерные для принадлежащей системы управления, уточняется число уровней, количество звеньев, на каждом уровне рассматривается штатная численность работников управления. После анализа даются предложения по изменению сложившейся структуры управления.

Информационные технологии на транспорте

- по числу уровней и звеньев управления
- по прямым и функциональным связям между ними
- по территориальному расположению объектов управления.

2. Анализ функциональной структуры, принадлежащей системе управления

Выделяют подсистемы управления по направлениям деятельности организации.

Подсистемы регулируются по однородной информации необходимой для управления. По каждой подсистеме устанавливают комплексы решаемых задач, периодичность их решения, требуемые сроки решения и рассматривают технические средства применяемые для решения задач, оценивается трудоёмкость управления с точки зрения человеко-затрат на решение задач и машинного времени.

Даются предложения по совершенствованию функциональной структуры управления:

- перераспределение функции управления между звеньями и уровнями управления
- упорядочивание сроков решения задач
- выделение задач требующих первоочередной автоматизации.

3. Анализ информационной структуры, принадлежащей системе управления.

Составляется картотека показателей и документов, применяемых в управлении.

Таблица 1 – Картотека показателей

| Наименование показателя информации | Условное обозначение | Код документа |
|------------------------------------|----------------------|---------------|
| | | |

Картотека показателей позволяет сразу установить дублирование информации в разных документах.

Показатели информации обычно включают в себя реквизиты-признаки и реквизиты-основания.

Под *реквизитами-признаками* понимается начальная характеристика показателей. А под *реквизитами-основаниями* понимается конкретное значение.

Объект перевозок за сутки, 100 т,
 где объект перевозок за сутки –реквизит-признак,
 100 т – реквизит-основание.

Дублирование показателей проверяют по однозначному их трактованию и по нахождению в различных документах.

Состав показателей с принадлежащих бумажных документов и используемых в управлении сообщений.

Таблица 2 – Картотека документов

| Наименование документов | Код документа | Подразделение, где формируется документ | Периодичность формирования | Куда передается документ |
|-------------------------|---------------|---|----------------------------|--------------------------|
| | | | | |

Затем составляется схема документооборота принадлежащей системе управления, которая показывает между какими подразделениями циркулируют потоки информации. Для этого определяют мощность информационных потоков. Оценивают степень заполнения документов (среднее количество строк заполненных), подсчитывают количество знаков в каждой строке (цифр и букв) и пользуясь переходными коэффициентами определяют унифицированный объем информации в двоичной форме.

1 буква = 3,01 бита

1 цифра = 3,33 бита.

Объем информации надо также определять по решаемым задачам:

$$I_{\text{зу}} = A * p * n, \text{ знаков,} \quad (1)$$

где A – число знаков, перерабатываемых по алгоритму решения задачи;

p – периодичность решения, в год;

n – число подразделений, где решаются задачи.

Уточняют какие классификаторы и справочники информации используют в принадлежащих системе управления, определяют необходимость разработки отсутствующих классификаторов информации (КИ). Применяемые в управлении КИ записывают по следующей форме:

Таблица 3 – Структура классификатора информации

| Позиция классификатора | Сокращенное наименование | Код позиции | КЧ (контрольное число) |
|------------------------|--------------------------|-------------|------------------------|
| | | | |

Информационные технологии на транспорте

Уточняют число позиций, используемых в управлении по каждому классификатору.

Применяемые в управлении справочники информации записывают в форме следующей таблицы.

Таблица 4 – Структура записи справочной информации

| Наименование реквизита | Сокращенное наименование | Значность показателя | Диапазон изменения |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|
| Объем перевозок за сутки | Объем за сутки | 999 | 100-500 т |

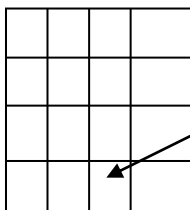
Принадлежащие документы анализируют с точки зрения их унификации.

Под *унификацией* понимают применение стандартных форм бланков для записи информации, кодирование показателей, передаваемые для обработки средств вычислительной техники, расположение реквизитов на бланках документов.

Обычно в управлении рекомендуется использовать форматы бланков принадлежащих типов А3, А4, А4L, А5, А5L. Внутри этих форматов выделяют специальные части для размещения реквизитов информации.

- 1) заголовочная часть
- 2) содержательная часть
- 3) оформляющая часть

Действующие ГОСТы на унификацию определяют размеры каждой из этих частей. Для этого используют конструкционные сетки документов для каждого формата. Конструкционная сетка документов состоит из ряда горизонтальных и вертикальных линий.



Ячейка конструкционной сетки

Расстояние между линиями конструкционной сетки должно быть кратным интервалу и шагу печатных устройств, применяемых в ИТ. В ячейке конструкционной сетки может располагаться одна буква, цифра или специальный знак.

Определяется число линий конструкционной сетки, которое

Информационные технологии на транспорте

используется для заголовочной, содержательной и оформляющей частей документа по каждому формату.

В заголовочной части: располагают индекс документа, наименование документа и адрес его составившего, дата составления.

В содержательной части: реквизиты-признаки и реквизиты-основания.

В оформляющей части: подписи лиц составивших документ, их должности и в необходимых случаях печати и штампы.

ЛЕКЦИЯ №3

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В УПРАВЛЕНИИ

Необходимо показать обеспеченность объекта управления каналами связи, в том числе специальными выделениями, дать перечень средств сбора, обработки и передачи информации (их техническими характеристиками), сделать выводы о применяемых устаревших технических средствах, дать предложения по новому составу технических средств для ИТ, указать их ориентировочную стоимость и источники приобретения.

Анализ применяемых методов планирования и учета (на объекте управления)

1) Анализируют применяемые на объекте управления методы планирования, шаг планирования и возможность отставания выдаваемых решений от требований реального управления.

2) Обращают внимание на необходимость применения современных экономико-математических методов планирования (линейное, динамическое программирование, методы моделирования)

3) Даются предложения по конкретному применению современных экономико-математических методов.

4) Методы учета анализируют с точки зрения применения средств автоматизированного сбора информации, унификации документов, применение обоснованной нормативной базы, а также средств учета с применением баз и банков данных.

5) Даются предложения по применению унифицированных баз и банков данных или подготавливается техническое задание на разработку специальных баз и банков данных.

6) По результатам предпроектного обследования составляется техническое задание на разработку ИТ. Оно конкретно определяет направление разработки ИТ и устанавливает требования к обеспечивающей и функциональной части ИТ, сроки разработки ИТ, очередность разработки и внедрения, а также предварительную экономическую эффективность ИТ.

Техническое задание в обязательном порядке подлежит утверждению заказчиком ИТ.

Состав документов, разрабатываемых в ТЗ на разработку ИТ, определяется действующими нормативными документами, как правило, ГОСТами.

Состав документов технического задания на разработку информационных технологий

1) Основания для разработки

Приводятся наименования документа и дата его выпуска на основании. Это может быть:

- постановление правительства РФ
- решение министерства ведомства
- инициативная разработка какого-либо транспортного

предприятия

2) Предложения по организационной структуре ИТ

Дается формализованная схема в виде графа, блок-схемы или матрицы.

Показывается обоснованное число уровней и звеньев управления, средства сбора, передачи и обработки информации.

Даются предложения по штатной структуре управляющей части, численность персонала и трудоемкость управления, желательно оценить трудоемкость управления в человеко-часах.

3) Предложения по функциональной структуре ИТ

Приводится перечень функциональных подсистем, которые целесообразно развернуть в системе управления в целом. По каждой п/с выдаются комплексы задач управления с указанием их наименования, отдела, лица или службы, которая будет решать эту задачу, периодичность решения задачи, связь ее с другими задачами управления.

Кроме того выделяются задачи ИТ и ИТ очереди, то есть необходимо сделать акцент на очередность.

4) Предложения по информационной структуре ИТ.

Дается предложение по унификации принадлежащего документооборота.

Даются предложения по применению систем классификации и кодирования информации, классификатора информации общегосударственного, отраслевого и локального уровней. Если рекомендуется применение локальных классификаторов, то устанавливаются в ТЗ сроки их разработки.

Даются предложения по структуре баз данных, а также структуре массивов нормативно-справочной информации и предложения по использованию стандартных баз и банков данных.

5) Предложения по комплексу технических средств ИТ

Составляется ведомость-спецификация технических средств, необходимых для внедрения ИТ по стадиям обработки информации (сбор данных, передача, обработка, накопление и хранение, отображение информации).

Информационные технологии на транспорте

В ведомости-спецификации указываются предприятия-изготовители техники, ориентировочная стоимость этих средств.

б) Расчет предварительной экономической эффективности ИТ

Определяют прямой экономический эффект – $\Delta_{\text{пр}}$, косвенный экономический эффект – $\Delta_{\text{кос}}$, K - капитальное вложение (инвестиции) в ИТ, E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, окупаемости капитальных вложений в данной отрасли.

Прямой экономический эффект от внедрения ИТ складывается из сокращения трудоемкости обработки информации.

$$\Delta_{\text{пр}} = Z_y * A_y * n * k * D_{\text{уд}}, \quad (2)$$

где Z_y – число решаемых задач управления;

A_y – число знаков, обрабатываемых по алгоритму решения задач;

n – число решений задач в течение года;

k – количество подразделений, для которых решается задача;

$D_{\text{уд}}$ – коэффициент удешевления обработки одного знака информации после внедрения ИТ.

$D_{\text{уд}}$ обычно принимают с учетом опыта ранее внедренных информационных технологий. По данным Госкомстата $D_{\text{уд}} = 0,123$ коп/знак.

Косвенный экономический эффект формируется за счет улучшения качества транспортного обслуживания предприятий, например, путем использования ПС.

Косвенный экономический эффект достигается за счет увеличения объема выполняемых услуг, то есть выполнения большего объема работ меньшим числом ПС.

Косвенная экономия может также складываться в смежных отраслях с транспортом, например, предприятие увеличивает план выпуска изделий.

Смежные виды транспорта сокращают время простоя за счет более четкой работы автотранспорта (завоз-вывоз груза на ж/д станции).

7) Предложения по очередности ввода ИТ в эксплуатацию.

Указывается количество этапов внедрения ИТ и возможные сроки внедрения ИТ.

ЛЕКЦИЯ №4

ТЕХНОРАБОЧЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ходе этого вида проектирования разрабатывают следующие документы:

1. Решения по организационной структуре ИТ

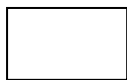
Организационная структура – это состав элементов, образующих организационную структуру и связи между ними, средства сбора, передачи, обработки информации.

Решается вопрос о размещении этих средств на полигоне управления перевозками, пассажирскими и грузовыми потоками.

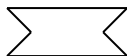
В состав элементов организационной структуры также входят соответствующие:

- центры сбора, обработки, накопления информации;
- отдельные службы;
- отдельные транспортные средства и единицы ПС.

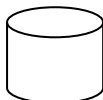
Рекомендуется представить эту организационную структуру в виде блок-схемы или графа. На таких схемах также показывают мощность информационных потоков, циркулирующих, указывают количество однотипных элементов, указывают сроки передачи и обработки информации, предъявляемые требования к уровню надежности элементов структуры. Для составления блок-схемы могут использоваться специальные обозначения, рекомендуемые ГОСТ, например:



– источник / приемник данных



– ручной документ



– база данных

2. Решения по функциональной структуре ИТ.

Выделяют те направления деятельности (подсистемы управления), которые подлежат автоматизации с использованием ИТ.

В первую очередь, выделяют те направления деятельности, подлежащие автоматизации, которые дадут наибольшую

экономическую эффективность, прямую и косвенную. Следует выделять и решения оптимизационных задач на транспорте, например, распределение ПС по пунктам перевозки массовых грузов.

Намечается состав задач управления, которые автоматизируются.

Под термином «задача» понимается обработка совокупности однородной информации.

Задачи комплектуют по направлениям деятельности. На каждую задачу приводится ее постановка, которую рекомендуется выполнять по следующей схеме:

- 1) определение целей решения задач управления
- 2) определение эффективности решения ЗУ
- 3) установление критериев эффективности решения ЗУ
- 4) определение состава входной информации, необходимой для решения ЗУ
- 5) определение состава нормативно-справочной информации, необходимой для решения ЗУ
- 6) определение состава выходной информации получаемой в результате решения задачи и способа ее отображения
- 7) разработка алгоритма решения ЗУ. Алгоритм представляют в виде развернутой блок-схемы или в виде системы аналитической записи в ходе решения задач
- 8) определение состава информации, передаваемой для решения других ЗУ
- 9) периодичность решения задачи
- 10) определяется подразделение, для которого решается задача

3. Решение по информационной структуре управления ИТ.

- 1) определяется состав показателей информации, которая фиксируется специальными датчиками или собирается вручную
- 2) определяется состав документов, которые фиксируют необходимые показатели
- 3) определяется состав классификаторов информации (КИ) и справочников КИ следует применять отраслевые или общегосударственные, или обосновать применение локальных КИ и дать их структуру в этом разделе технорабочего проекта.

Справочники информации обычно дают характеристику применяемых технических средств, например, справочник грузовых фронтов.

Таблица 5 – Справочник грузовых фронтов

| Наименование показателя | Количество знаков | Диапазон изменения |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Вместимость фронта | 9(2) | 1-12 |
| Производительность фронта, т/час | 9(3) | 20-150 |

Справочники информации, как правило, используются для приведения управляемого процесса к нормативному состоянию.

4) определяется система классификации и кодирования информации, необходимой для внедрения ИТ.

5) определение структуры баз данных. Приводится состав информационных массивов и структура их записи в базе данных, указываются сроки хранения информации БД, способы защиты от несанкционированного доступа, дается схема документооборота в ИТ с указанием источников и приемников данных информационных массивов и средств автоматизированной обработки информации. Эта схема представляется в виде графа или матрицы.

4. Решения по КТС

1) Приводится состав технических средств, рекомендуемых для внедрения, составляется заявочная ведомость на их приобретение по следующей форме:

Таблица 6 – Заявочная ведомость

| Наименование тех. средства | Завод-изготовитель (поставщик) | Количество единиц | Стоимость |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------|
| | | | |

4) Определяется общая стоимость КТС для определения годового экономического эффекта от внедрения ИТ

5) Указываются особые требования к КТС, например, устойчивость к воздействиям окружающей среды при работе на открытом воздухе

6) Устанавливается требование по надежности функционирования по каждой группе технических средств (датчики)

7) Указывается расчетный срок службы по средствам КТС (необходимо для планирования, затем их замены)

5. Расчет экономической эффективности

Этот расчет делается с учетом запланированной стоимости КТС на запланированные объемы перевозок или число часов ра-

боты ПС.

6. Стадии внедрения

- 1) выделяется пусковой комплекс задач ИТ
- 2) выделяются задачи первой очереди внедрения ИТ, второй очереди и последующих очередей.

На этом заканчивается техническая часть проекта, а рабочая часть включает в себя следующие документы:

1) инструкции оператору, составляются технологические инструкции, которые позволяют решать задачи ИТ соответствующим операторам (диспетчеры, начальники смен, операторы ЭВМ и другой техники).

2) должностные инструкции управленческого персонала. В этих инструкциях показывается разделение функций ответственности при решении задач ИТ.

3) тексты программ на машинных носителях

4) контрольные примеры решения задач ИТ (то есть дается набор входной информации).

Конкретные примеры должны рассматривать все возможные варианты решения задач ИТ.

ЛЕКЦИЯ №5

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Это направление деятельности является основным для применения информационных технологических систем. Задачи взаимодействия видов транспорта делятся на следующие части:

- 1) организация технического взаимодействия разных видов транспорта
- 2) организация технологического взаимодействия разных видов транспорта
- 3) организация информационного взаимодействия разных видов транспорта

Задачи технического взаимодействия направлены на согласование транспортных средств по мощности и по производительности. В этом случае ИТ должны позволять рассчитывать оптимальную мощность транспортных средств и резервы.

Основное условие взаимодействия разных видов транспорта по мощности записывается следующим образом:

$$N_1 \leq N_2 \leq N_i \leq \dots \leq N_k \rightarrow$$

Направление транспортного потока

N_i – мощность i -го элемента в технологическом процессе перевозок

$D N_i \leq N_{i+1} - N_i$ – резерв мощности i -го элемента в технологическом процессе

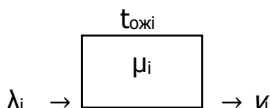
Задача обоснования резерва $D N_i$ решается с применением методов аналитического моделирования и имитационного моделирования. Для внедрения ИТ необходимо выбрать критерий оптимизации w .

$$w \rightarrow \min (\max)$$

Максимизации подлежат такие показатели, как увеличение объема перевозок или увеличение объема перерабатываемых грузов.

Минимизации подлежит время ожидания пропуска транспортных средств, себестоимость перевозки и т.п.

Аналитические модели базируются на методах теории массового обслуживания, в которой каждый элемент технологической цепи перевозок, в которой элемент представляется в виде агрегата с заданной интенсивностью входящих потоков заявок и выходящего потока заявок.



λ_i – интенсивность входящего потока заявок на обслуживание

μ_i – производительность обслуживания

ν_i – интенсивность выходящего потока заявок

$t_{ож}$ – время ожидания обслуживания

$n_{ож}$ – очередь в обслуживании заявок, то есть число машин или пассажиров, ожидающих обслуживания.

Анализируют входящие потоки заявок, устанавливают законы их распределения, то же выполняют для анализа производительности системы транспортного обслуживания и для выходящего потока заявок. Если имеются готовые решения по расчету значений $t_{ож}$, $n_{ож}$ и других параметров, то аналитические формулы программируют и получают искомое решение. Для получения таких алгоритмов сначала выполняют группировку исходных данных в форме таблицы:

Таблица 7 – Форма ведомости для обработки данных

| Интервал группировки $J_{гр}$ | Частота m_i | Относительная частота $P_i = m_i / \sum m_i$ |
|-------------------------------|---------------|--|
| Итого | $\sum m_i$ | $\sum P_i = 1,000$ |

Интервал группировки обосновывается следующей эмпирической формулой:

$$J_{гр} = \frac{R_{max} - R_{min}}{1 + 3,322 \lg N} \quad (3)$$

где R_{max} , R_{min} – соответственно максимальное и минимальное значение наблюдаемой случайной величины (интервалы поступления транспортных средств на элемент обслуживания).

Затем устанавливается частота.

m_i – частота попадания случайной величины в i -ый интервал группировки

P_i – относительная частота.

Полученное значение P_i откладывают на графиках и получают гистограммы распределения случайных величин характеризующих работу элемента системы транспортного обслуживания.

С точки зрения применения ИТ рассматриваемый процесс группировки случайных величин может выполняться стандартным программным обеспечением, например, средствами Excel.

В ряде случаев применяют специализированные программные средства, которые дифференцированно учитывают особенности возникновения и трансформации транспортных потоков.

По внешнему виду гистограмм выдвигается гипотеза о характере закона распределения наблюдаемой случайной величины.

Показательный закон распределения заявок, поступающих на обследование характеристик для быстро протекающих технологических процессов транспортного обслуживания (например, АЗС погрузка-выгрузка транспортных средств).

В сравнительно длительные транспортные процессы, как правило, характеризуются нормальным законом распределения заявок, поступающих на обслуживание.

Если не удастся подобрать известные теоретические распределения, то пользуются методом статистических испытаний, когда возникновение случайной величины иллюстрируется датчиком псевдослучайных чисел.

В этом случае генерируемое псевдослучайное число сравнивается со значением накопленной частоты и по нему принимается соответствующий интервал группировки.

Полученные таким образом решения позволяют проанализировать транспортный процесс, для этого меняются параметры процесса (техническое оснащение), находится новое значение критерия эффективности, принимается оптимальное решение по минимальному или максимальному значению критерия эффективности.

Обоснование технологического взаимодействия видов транспорта с помощью ИТ

Под *технологией* в общем виде понимают состав операции, очередность и продолжительность их выполнения. Для применения ИТ надо классифицировать операции, применяемые в транспортном обслуживании, снормировать их продолжительность и

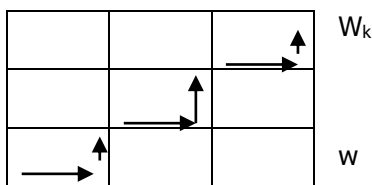
установить оптимальную очередность выполнения.

Такие задачи решают применяя:

1. Методы динамического программирования
2. Графоаналитическое моделирование
3. Динамическое имитационное моделирование

Методы динамического программирования и созданное на их основе ПО, предусматривает разбивку транспортного процесса на шаги операции, которые взаимосвязаны между собой. Каждый шаг такого процесса оценивается определенной эффективностью, критерием оптимизации.

Затем осуществляется возможный перебор вариантов по принятой сетке оптимизации. Процесс перебора вариантов происходит дважды. Сначала просматривают процесс от его конечного состояния приходят в начальное состояние, затем от начального в конечное. Обычно в этих целях используется прямоугольная сетка.



→ – условное оптимальное управление процессом.

Каждый шаг перемещения оценивается определенным значением критерия оптимизации. По траекториям движения рассчитывается суммарное значение критериев оптимизации, которое затем сравнивается.

Таким образом, придя в начальную точку управляемого процесса получим суммарное конечное значение критерия оптимизации и получим 2 варианта развития процесса, принимаем тот вариант, который даст минимальную величину критерия оптимизации.

Полученный таким образом безусловный оптимальный путь выделяется утолщенной линией.

Метод является достаточно трудоемким, он требует оценить каждый шаг процесса управления (например, расход топлива на каждом этапе движения), поэтому при большом числе шагов управления следует применять стандартные вычислительные программы метода динамического программирования.

В ряде случаев для сокращения числа рассматриваемых вариантов метод динамического программирования модифицируют,

заменяя его методом ветвей и границ.

Для применения метода ветвей и границ следует выбрать основное направление развития управляемого процесса, отсеять заведомо неэффективные варианты и провести сравнение вариантов по их ограниченному числу. Также имеются стандартные алгоритмы и программы для применения этого метода на практике.

ЛЕКЦИЯ №6

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Для применения графоаналитических методов обрабатывают статистику выполнения различных транспортно-технологических операций и затем обработанную информацию выводят на средства графического отображения ЭВМ в удобном для пользователя виде.

Разрабатывают следующие виды графиков с применением ЭВМ:

- 1) пооперационные графики
- 2) графики исполненного движения (то есть за истекшие сутки, смену выдается информация в графическом отображении с указанием времени стоянок и простоя ПС)
- 3) суточные-планы графики
- 4) контактные планы-графики
- 5) непрерывные планы-графики
- 6) балансовые графики погрузки транспортных средств

Пооперационные графики обычно используются для нормирования времени выполнения отдельных частей технологического процесса перевозок. В этих графиках выводится следующая информация:

- 1) наименование операций
- 2) состав исполнителей
- 3) продолжительность операции, в минутах и время выполнения операции с указанием начала и окончания.

Обычно также графики используются как нормативный инструмент управления, то есть они предварительно рассчитываются на основе аналитических зависимостей или накопленной статистики, а затем распечатывается и выдается исполнителю.

Если обрабатывается накопленная статистика, полученная на основе обработки перевозочных документов, то определяют наиболее вероятное время выполнения отдельных операций, а также возникшее при этом среднеквадратичное отклонение времени выполнения операции и коэффициент неравномерности времени выполнения операции.

Примеры пооперационных графиков

- 1) погрузка – выгрузка транспортных средств
- 2) технические ремонты и осмотры ПС

Информационные технологии на транспорте

- 3) выполнение отдельных рейсов подвижным составом
- 4) завоз – вывоз грузов

Стандартные (программные) пакеты обработки статистической информации обычно предусматривают расчет интервала группировки статистики и определение следующих статистических характеристик:

P_i^* – статистическая вероятность появления случайной величины в i -ом интервале группировки;

m_i – количество случаев попадания случайной величины в i -ый интервал группировки;

D^* – дисперсия случайной величины;

M^* – математическое ожидание (среднее значение) случайной величины;

V^* – коэффициент вариации случайной величины;

$K_n = 1 + V^*$ – коэффициент неравномерности.

Стандартные пакеты обработки статистики позволяют также построить гистограммы распределения случайных величин по разным признакам.

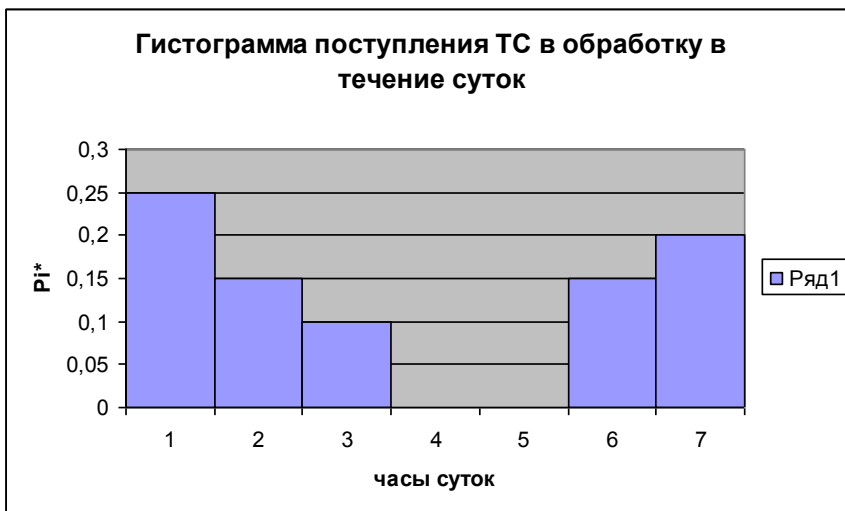


Рисунок 3 – Гистограмма распределения случайной величины

Кроме этого целесообразно строить гистограммы, пользуясь стандартными методами по количеству (массе) доставленного груза и по назначениям отдельных грузовых мест конкретным грузополучателям, грузоотправителям.

Гистограммы являются основой для дальнейшего моделирования транспортных процессов и технологий. Могут быть установлены по внешнему виду гистограмм конкретные законы распределения или принятые решения о применении методов статистического моделирования.

Обычно время выполнения транспортно-технологических операций подчиняется следующим законам распределения:

- 1) равномерное распределение;
- 2) показательное распределение;
- 3) нормальное распределение;
- 4) распределение Эрланга k-го порядка.

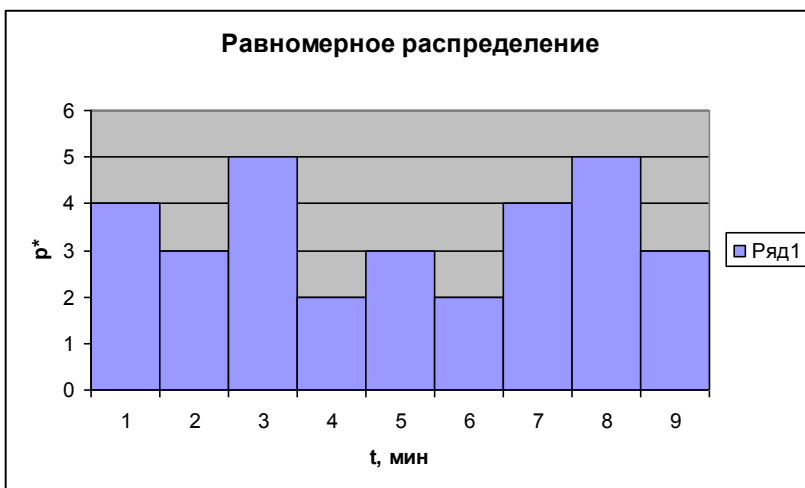


Рисунок 4 – Гистограмма равномерного распределения случайной величины

При таком распределении рассчитывают вероятность среднего времени выполнения операции.

$$P = 1 / (b - a),$$

где b – максимально возможное время выполнения операции
 a – минимально возможное время выполнения операции.

Показательное или сдвинутое показательное распределение на параметр a .

В этом случае может быть определено теоретическое уравнение данного распределения.

$$P = \lambda * e^{\lambda(a-b)},$$

где λ – интенсивность распределения $\lambda = 1/ t_{cp}$

Нормальное распределение

Для данного распределения характерно наиболее вероятное время выполнения операции.

$$P(t) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} * e^{\left(-\frac{(t-t_{cp})^2}{2\sigma^2}\right)},$$

где t – текущее значение времени выполнения операции;

t_{cp} – среднее время выполнения операции;

σ – среднеквадратичное отклонение времени выполнения операции.

По этому закону распределения, как правило, оценивают время выполнения статистических операций, как:

- погрузка-разгрузка транспортных средств (тарно-штучные грузы);
- ремонты и осмотры ТС;
- выполнение длительных перевозочных операций, например, кругорейсы, выполняемые на значительное расстояние.

Графики исполненного движения

Обычно строятся по итогам работы за смену, несколько смен или за сутки и применяются для анализа отклонений и причин отклонений, возникающих в ходе выполнения транспортно-технологического процесса.

Для выполнения графика исполненного движения на ЭВМ необходимо сначала задать его сетку с определенным временным шагом (обычно 10 мин), затем на сетке графика показываются планируемые моменты времени начала и окончания основных операций. После этого с некоторым последствием вводится информация о фактическом времени начала и окончания операций, как правило, другим цветом.

Отклонения от нормативных показателей процесса на экране заштриховывают или указывают соответствующим обозначением на распечатке, получаемой с плоттера или графопостроителя.

Исполненный график движения анализируют стандартными вычислительными процедурами, которые должны позволить рассчитать следующие показатели:

Информационные технологии на транспорте

- 1) уровень выполнения графика движения
 - 2) средняя продолжительность операций по каждой строке графика
 - 3) среднее время ожидания операции по соответствующим строкам, где выполняются статистические операции (в состоянии покоя)
 - 4) время оборота кругорейса транспортных средств
- Обычно уровень выполнения графика исполненного движения рассчитывается следующим показателем:

$$y = \frac{\sum N_{оп}^{гр}}{\sum N_{оп}^{пл}} * 100\% , \quad (4)$$

где $\sum N_{оп}^{гр}$ – количество операций, выполненных строго по графику;
 $\sum N_{оп}^{пл}$ – количество операций, запланированных для выполнения по графику.

График считается выполненным с хорошей оценкой, если показатель $y = 85\%$.

Графики исполненного движения целесообразно анализировать сразу после окончания рабочей смены с привлечением исполнителей, которые работали в течение смены (диспетчеры, водители, кладовщики, экспедиторы, приемосдатчики).

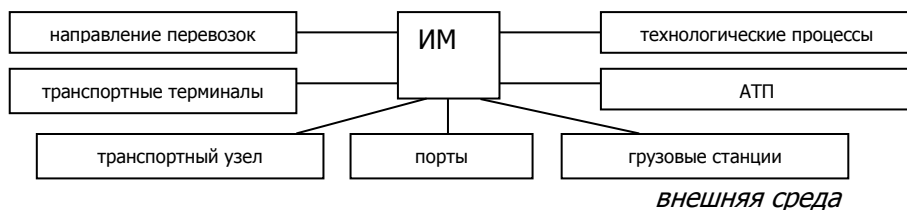
ЛЕКЦИЯ №7

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Имитационное моделирование позволяет воспроизводить течение транспортных процессов во времени, учитывает вероятностные входные переменные транспортных процессов и взаимодействие элементов транспортной инфраструктуры между собой.

Для разработки имитационной модели транспортной технологии необходимо выполнять следующие этапы:

1) установить границы имитационной модели



Необходимо выбрать требуемый класс транспортных объектов и для него или разработать или применить типовую имитационную модель.

2) установить структуру транспортного объекта (ТО)

Состав элементов и связи между ними. После выбора состава элементов определяют способ формального отображения сложившейся транспортной структуры в виде графов:

- ориентированных;
- неориентированных;
- смешанных.

Первичная формализация с использованием графов позволяет оценить сложность и связность структуры ТО.

3) установление критериев (оценки) эффективности функционирования ТО.

Критерии, как правило, являются и выходными переменными ИМ, то есть по ним оценивают качество работы транспортного объекта. Рекомендуется использовать обобщенные критерии, которые дают комплексную оценку качества функционирования транспортного объекта.

Примеры критериев:

1. пропускная способность ТО – единиц ПС или партии грузов, которые может пропустить ТО.

2. $T_{\text{ср}}$ – среднее время нахождения ПС в пределах ТО.

4) установление параметров ТО

Параметризация – выделение входных переменных самих параметров и выходных переменных транспортной технологии.

Входная переменная – некоторая величина, которая соответствует способу воздействия на структуру ТО, это интервалы поступления транспортных средств в обработку, количество и масса поступающих транспортных средств, назначения отдельных грузовых мест грузополучателем и грузоотправителем.

Входные переменные носят вероятностный характер, для учета их в ИМ требуются специальные методы статистической обработки информации для установления законов распределения входных переменных.

Параметры – это относительно постоянные величины, которые определяются структурой ТО или зависят от структуры ТО.

Например, количество единиц ПС, которым располагает ТО (АТП, ТУ и др.)

Понятие параметра относительно в отдельных случаях параметр может приниматься как входная переменная и наоборот.

Выходные переменные – это некоторые величины, которые соответствуют результатам функционирования ТО. Они могут быть технологические и экономические.

Например: в качестве экономических выходных переменных получаемых в результате работы ИМ можно считать:

- себестоимость перевозки одной тонны груза или одного пассажира
- себестоимость погрузки-выгрузки одной тонны груза
- доходы транспортного предприятия за соответствующий период работы
- рентабельность предприятия
- коэффициенты использования основных производственных фондов.

5) Концептуальное описание функционирования ТО

Концептуальное описание предполагает

- классификацию всех операций, которые выполняются на ТО
- описание состояний, в которых может находиться ТО
- способы нормирования продолжительности выполнения классифицированных операций
- способы воспроизведения состояния ТО
- правила взаимодействия элементов структуры ТО между собой.

б) Разработка алгоритма имитационной модели

1-й способ – в виде блок-схемы, которая содержит типовые вычислительные операции (модули) и логические операторы, которые имитируют возникающие в системе транспортного обслуживания межоперационные простои или свободность и занятость отдельных элементов структуры ТО.

2-й способ – аналитическое описание процесса функционирования.

3-й способ – в виде вероятного имитационного процесса.

Алгоритм также должен позволять воспроизводить процесс функционирования ТО во времени.

Обычно используются два способа имитации во времени:

1) в каждом интервале времени Δt , который задается определенным образом, рассматривается возникшее состояние системы, например, поступили или нет в обработку ТС или грузы, закончена или нет какая-либо транспортная операция.

Может быть выделено несколько уровней взаимодействия элементов структуры ТО, на каждом из которых в интервалах Δt рассматривается соответствующее состояние.

Интервал Δt требуется обосновывать таким образом, чтобы повысить быстродействие модели, но не терять точности воспроизведения состояний ТО. Рекомендуется Δt принимать $\Delta t \leq t_{\min}^{\text{оп}}$, где $t_{\min}^{\text{оп}}$ – время выполнения операции минимально требуемое на ее выполнение.

В качестве $t_{\min}^{\text{оп}}$ может также приниматься минимальный интервал последовательно поступающих транспортных средств в обработку.

Недостаток такого способа воспроизведения времени транспортного обслуживания заключается в том, что в ряде случаев в модели просматриваются «пустые состояния», когда не закончены или не начаты операции.

2) способ особых состояний

Этот способ предполагает учет во времени только принципиальных изменений состояний системы ТО, когда меняется количественное или качественное состояние системы. Например: закончена погрузка автомобилей, подготовлены перевозочные документы автомобилей прибывших к месту назначения, некоторые автомобили вышли из строя и поставлены на техническое обслуживание или ремонт. Тогда на временной оси выделяют особые состояния.

Алгоритм имитации в этом случае должен позволять рассчитывать время перехода между состояниями и логику перехода

между состояниями.

7) постановка вычислительного эксперимента на имитационной модели

Модель должна позволять ставить вычислительный эксперимент путем изменения ряда входных переменных и параметров. Возможны однофакторные эксперименты и многофакторные эксперименты.

Фактор – изменяемая величина, это может быть либо входная переменная, либо параметр ТО.

При постановке однофакторных вычислительных экспериментов задают уровни ранжирования (шаг изменения).

Более сложными являются эксперименты, которые позволяют менять сразу несколько факторов (входных переменных и параметров). Для реализации таких экспериментов прикладывают специальные планы, которые учитывают количество факторов и уровни их ранжирования. Применяют структурные планы экспериментов, которые приводятся в эксперименте.