



УДК 656.2

И. М. Кокурин, К. Е. Ковалёв

Петербургский государственный университет путей сообщения

МЕТОД РАСЧЕТА ЗАГРУЖЕННОСТИ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, ОСНОВАННЫЙ НА АЛГОРИТМИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ СОДЕРЖАНИЯ ТРУДА

Статья содержит описание метода расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала технических станций, который основан на алгоритмическом описании содержания его труда, хронометражных наблюдениях длительности выполнения операторов и статистической оценке вероятностей логических условий в алгоритмах решения задач управления с учетом существующих, перспективных и допустимых размеров движения, распределения зон управления и технического оснащения станций.

оперативно-диспетчерский персонал технических станций, алгоритмы решения задач управления, метод расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала.

Введение

Системы оперативного управления техническими станциями изменяются при строительстве и реконструкции электрической централизации (ЭЦ), в связи с достижением нормативного срока ее службы, реконструкцией путевого развития, изменением тягового обслуживания. Эти работы могут быть выполнены в разные годы, в отдельных районах станций, по проектам разных организаций, которым необходимо решать сложные задачи распределения функций и зон управления между оперативно-диспетчерским персоналом (ОП). Основным требованием при этом является непревышение допустимой загруженности ОП и ее равномерное распределение.

На загруженность ОП определяющее влияние оказывают параметры путевого развития станций (количество и полезная длина путей, конструкция стрелочных горловин и расположение соединительных путей с ло-

комотивными депо и парками), технология станционной работы (формирование поездов различной длины и массы, соединение поездов, техническое обслуживание составов), организация тягового обслуживания поездов (смена локомотивов, бригад, тепловозной и электрической тяги, стыкование тягового тока), объемы поездной, маневровой и местной работы, уровень оборудования станции системами железнодорожной автоматики и телемеханики (распределение зон управления, реализованное в конструкции пульта и табло, представление информации на мониторах), средства и качество технологической связи, возможности и качество применяемых автоматизированных информационных систем (содержание, полнота и форма получаемой и передаваемой информации, объем ручного ввода данных в АРМ), организация ремонта и технического обслуживания инфраструктуры.

Очевидно, что количественно оценить столь сложное влияние на загруженность

ОП такого множества факторов с помощью только хронометражных наблюдений за его работой практически невозможно.

Поэтому содержанием данной статьи является изложение метода количественной оценки загруженности ОП технических станций с целью развития методов их проектного обследования и технологического обоснования перспективных мероприятий.

1 Метод алгоритмического описания содержания труда оперативно-диспетчерского персонала

На технических станциях с горками средней и малой мощности объем перерабатываемых вагонопотоков позволяет объединять в руках одного или двух дежурных по станции управление парками прибытия и отправления грузовых и пассажирских поездов. Сортировочный парк может совмещаться с парком прибытия и/или отправления. В состав смены входят дежурные по горке и району формирования, руководит работой маневровый диспетчер.

Перечень задач управления, решаемых каждым оперативным работником, определяется технологическими процессами обслуживаемой технической станции.

В качестве примера приводится набор задач управления, решаемых дежурным (ДСП) по одной из таких станций, обозначаемый F02: оценка и прогноз состояния управляемой системы F0201; прием грузового поезда F0202; отправление грузового поезда F0203; прием и отправление пассажирского поезда F0204; прием и отправление хозяйственного поезда F0205; пропуск транзитных грузовых поездов F0206; подача/уборка вагонов на подъездные пути F0207; перемещение состава на путь надвига F0208. Дежурный за пультом ЭЦ (ДСПЭЦ), набор задач которого обозначается F03, решает задачу F0301: получение и выполнение приказов ДСП по управлению технологическими процессами перевозок.

Далее выполняется формализованное алгоритмическое описание каждой задачи.

В качестве основы алгоритмического описания предлагается использовать язык ЛСА, измененный по форме записи, с целью ее упрощения и удобства расчетов загруженности ОП.

Учитывая особенности содержания труда рассматриваемого ОП, предлагается использовать следующий набор операторов алгоритмов:

D – переговоры с помощью всех видов связи;

S – считывание информации с часов, пульт-табло, мониторов АСУ, журналов и рабочих записей;

R – запись информации в журналы и занесение ее в АСУ;

E – вспоминание информации;

C – счет и сравнение информации;

A – принятие решения по управлению системой в зависимости от выполнения логического условия P;

W – передача команды управления технологическим процессом с помощью технических средств (пульт, АРМ);

K – количество повторений блока алгоритма, заключенного в скобки.

Для записи алгоритмов предлагается следующий свод правил.

Правило 1. Каждое логическое условие P_i , $i = 1, 2, \dots, n$, имеет два исхода: соблюдение условия с вероятностью q_i и несоблюдение с вероятностью $1 - q_i$.

Правило 2. При соблюдении логического условия P_i выполняется следующий за ним блок операторов алгоритма G_i , $i = 1, 2, \dots, k$.

Правило 3. При несоблюдении логического условия P_i выполняется блок операторов алгоритма G_j , $j = 1, 2, \dots, m$, указываемый операторами перехода V_i и (V_i) и расположенный в скобках $(V_i G_j)$.

Правило 4. Блок операторов G_i должен предшествовать блоку операторов G_j .

Правило 5. Логическое условие P_i необходимо формулировать так, чтобы при его соблюдении требовалось выполнить блок алгоритмов G_i , $i = 1, 2, \dots, k$, который следует выполнять перед основным блоком алгоритма G_j только в условиях, затрудняющих выполнение блока G_j , $j = 1, 2, \dots, m$.

Правило 6. Одновременное выполнение операторов алгоритмов не допускается, поскольку рассчитывать загруженность ОП необходимо только при последовательном выполнении им операторов алгоритмов, что создает нормальные условия работы.

Например, логическое условие P_i в задаче «Прием поезда на станцию» надо формулировать как «Свободный путь для приема поезда отсутствует», а блок алгоритма G_i должен содержать последовательность действий дежурного по станции в случае отсутствия свободного пути (принятие мер по ускорению освобождения пути, задержка отправления поезда с соседней станции и т. п.). При наличии свободного пути логическое условие p_i не соблюдается. Поэтому операторы перехода V_i и (V_i) исключают выполнение блока G_i и обеспечивают выполнение блока операторов G_j , соответствующего действиям дежурного по станции при свободности пути приема. Очевидно, что при отсутствии свободного пути сначала будет выполнен блок G_i , который освободит путь, и далее будет выполнен блок G_j , соответствующий действиям дежурного по станции при наличии свободного пути.

Фрагмент алгоритма иллюстрирует использование правил его построения: $D_i E_i C_i A_i P_i V_i G_i (V_i G_j)$.

Классификация ОП и решаемых им задач, а также идентификация операторов и логических условий алгоритмов выполняется с помощью шестизначной нумерации, первые две цифры которой указывают должность оперативного работника, две вторые цифры – название решаемой им задачи и две последние цифры – номер соответствующего оператора или логического условия.

Пример записи алгоритма приема грузового поезда дежурным по станции F0202:

F0202=D020201R020201C020201K020201A020201D020202P020201B020201S020202E020201C020202A020202P020202B020202D020203P020203B020203A020203(B020203)D020204(B020202)P020204B020204A020204D020205A020205P020205B020205D020206(B020205)S020201(B020201)S0

20202S020203S020204A020206P020206B020206P020207B020207W020202(B020207)S020204(B020206)W020203D020207D020207S020205R020202D020208A020207P020208B020208D020209D020210S020206P020209B020209D020211D020212(B020209)A020208P020210B020210S020207(B020210)W020204S020208W020206S020209D020213D020214D020215A020209P020211B020211S020210(B020211)W020107S020211D020216(B020208)020210P020212B020211S020212(B020111)W020208S020213D020217W020209.

2 Метод расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала

Для определения длительности выполнения операторов алгоритмов и оценки вероятностей соблюдения логических условий разработан метод, который включает сбор статистических данных на рабочем месте в течение достаточного количества смен и математическую обработку данных.

В работе [1] предложен метод расчета загруженности ОП для общего случая наличия многочисленных ветвей в алгоритме решения задачи, основанный на возведении в последовательно возрастающую степень матрицы логических условий.

Предлагаемые правила записи алгоритмов упрощают программирование и расчеты загруженности ОП, облегчая использование таблиц Microsoft-Excel, что иллюстрируется на примере алгоритма F_i :

$$F_i = D_i E_i C_i A_i P_i V_i G_i (V_i G_j) D_{i+1} E_{i+1} C_{i+1} A_{i+1} + P_{i+1} G_{i+1} \dots$$

Операторы алгоритма заменяются соответствующими длительностями их выполнения t с их номерами, а логические условия – оценками вероятностей их соблюдения q , тогда затраты времени на решение задачи управления составят:

$$TF_i = tD_i + tE_i + tC_i + tA_i + qitG_i + (1 - qi)tG_j + tD_{i+1} + tE_{i+1} + tC_{i+1} + tA_{i+1} + q_{i+1}tG_{i+1} \dots,$$

где tG_i и tG_j – суммарные затраты времени на выполнение блоков операторов алгоритмов G_i и G_j .

На основании изложенного предлагается следующий порядок расчета затрат рабочего времени оперативного работника на решение задачи управления.

1. Суммируются затраты времени на выполнение операторов алгоритма от начала записи до первого логического условия $P_i V_i$.

2. Суммируются затраты времени на выполнение блока алгоритма, расположенного за первым логическим условием $P_i V_i$.

3. Эта сумма умножается на величину оценки вероятности соблюдения первого логического условия q_i .

4. Полученная сумма складывается с суммой пункта 1.

5. Суммируются затраты времени на выполнение блока алгоритма, расположенного в скобках за указателем перехода алгоритма к действиям при несоблюдении первого логического условия ($V_i G_j$).

6. Эта сумма умножается на оценку вероятности несоблюдения первого логического условия $1 - q_i$.

7. Полученная сумма складывается с суммой пункта 4.

8. Расчет продолжается аналогично пунктам 1–7 для всех следующих элементов алгоритма.

Затраты рабочего времени ДСП на решение всех задач управления за смену T_{02} в зависимости от объемов поездной и маневровой работы определяется выражением:

$$T_{02} = TF_{0201} NF_{0201} + TF_{0202} NF_{0202} + \dots + TF_{0208} NF_{0208},$$

где TF_i – затраты времени на решение задачи F_i ; NF_i – количество таких задач за смену.

Затраты рабочего времени ДСП на решение всех задач управления на обследуемой станции T_{02} в дневную смену при существующих размерах движения

$$T_{02} = 6,87 \cdot 10 + 9,53 \cdot 9 + 9,55 \cdot 8 + 4,83 \cdot 17 + 4,85 \cdot 9 + 3,15 \cdot 66 + 4,93 \cdot 9 + 5,03 \cdot 10 = 660 \text{ мин.}$$

Размер зоны управления оперативного работника необходимо устанавливать таким, чтобы его загруженность, определяемая коэффициентом загруженности $K_{з02}$, не превышала допустимой нормы: $K_{з02} = (T_{0i} / 720) 100 \leq 95\%$, где величина 95% должна приниматься с учетом времени, выделяемого оперативному работнику в течение смены (5,0%) на отдых и личные надобности.

Упрощенная методика расчетов загруженности дежурных по станции [2] не учитывает должным образом содержание их труда.

Результаты расчета загруженности дежурного по обследуемой станции решением задач управления за дневную и ночную смены в зависимости от размеров движения транзитных грузовых поездов, при постоянных размерах движения пассажирских и пригородных поездов представлены на рисунках 1 и 2.

Пример расчета показывает, что загруженность дежурного по обследуемой станции решением задач управления достигает допустимой нормы при существующих размерах пассажирского и пригородного движения, когда количество транзитных грузовых поездов в дневную смену составляет 68 пар, в ночную смену – 50 пар.

Заключение

Предлагаемый метод расчета затрат времени на решение задач управления и загруженности оперативно-диспетчерского персонала технических станций, основанный на формализованном алгоритмическом описании содержания его труда, дает возможность количественно оценивать влияние размеров поездной и маневровой работы, технического оснащения, информационного обеспечения и всей совокупности факторов на величину загруженности. Это создает основу для количественного обоснования сложных решений по распределению зон и функций управления, принимаемых при проектировании автоматизированных рабочих мест, строительстве и реконструкции путевого развития станций и электрической централизации.

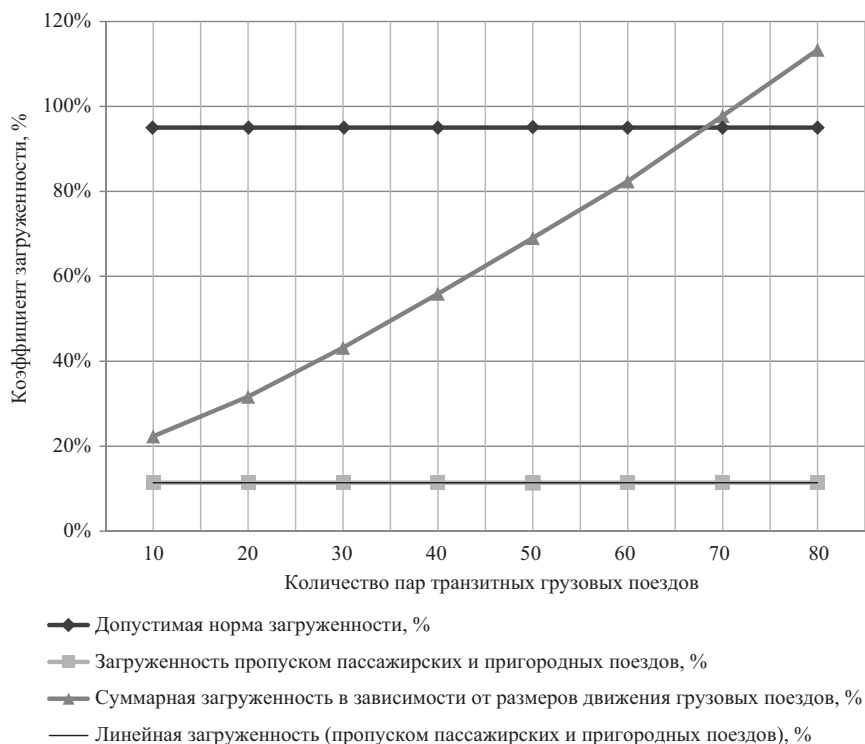


Рис. 1. Зависимость загрузки дежурного по обследуемой станции решением задач управления в дневную смену от размеров движения транзитных грузовых поездов

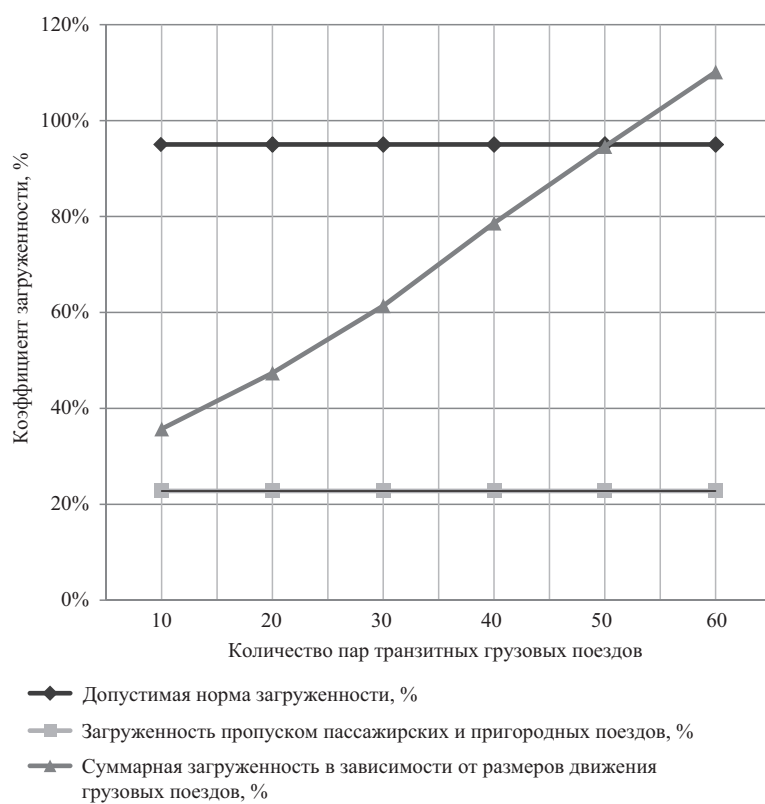


Рис. 2. Зависимость загрузки дежурного по обследуемой станции решением задач управления в ночную смену от размеров движения транзитных грузовых поездов

Библиографический список

1. **Формализация** расчета загрузки железнодорожных операторов / И. М. Кокурин. – Вестник ВНИИЖТа. – 1983. – № 5. – С. 51–54.

2. **Нормы** технологического проектирования устройств автоматики и телемеханики на федеральном железнодорожном транспорте НТП СЦБ/МПС-99. Утверждены указанием МПС РФ от 24 июня 1999 г. № А-1113. Санкт-Петербург 1999. – 69 с.

УДК. 625.041.1

А. Ф. Колос, В. С. Рыжов

Петербургский государственный университет путей сообщения

**РАСЧЕТ ОСАДОК НАСЫПЕЙ НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ**

Предлагается методика расчета деформаций основания земляного полотна с учетом многослойности и вибродинамического воздействия методом граничных элементов. Определение перемещений сводится к решению уравнений Ламе динамической теории упругости с учетом снижения модуля деформации под действием вибродинамической нагрузки. По результатам расчета могут быть получены численные значения перемещения любой точки грунтового массива не только в вертикальном направлении, но и в поперечном.

насыпь, земляное полотно, торф, основание, амплитуда, колебания, ускорение, деформации, вибродинамика, закон Гука, динамическая теория упругости.

Введение

Заболоченность отдельных территорий Российской Федерации составляет до 40–45%. В это число входят торфяные болота. Эксплуатация земляного полотна железных дорог на торфяном основании была и остается в настоящее время крайне актуальной проблемой.

В соответствии со Стратегией развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года планируется значительное увеличение грузо- и пассажиропотока на сети железных дорог, что вызывает острую необходимость как модернизации существующей инфраструктуры, так и строительства новых железнодорожных линий. Строительство железных дорог в таких условиях требует обеспечения эксплуатационной надежности железнодорожного пути в целом.

Земляное полотно, как один из его элементов, по своим конструктивным особенностям является практически самым долговечным сооружением, от состояния и целостности которого зависит работа верхнего строения пути и надежность его работы. Все виды ремонтов и оздоровления земляного полотна очень дороги и трудоемки, поэтому его проектирование, расчет и строительство следует производить на перспективу с учетом реальных условий работы грунтов земляного полотна и его основания.

Статистические данные Центра обследования и диагностики инженерных сооружений ОАО РЖД показывают, что дефектам и деформациям подвержено 6,1% земляного полотна сети железных дорог. Основное количество дефектов земляного полотна связано с нарушением его геометрических очертаний – 31,8% от протяженности дефектного и деформирующегося земляного полотна.