

УДК 656.22

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО
ПРИЁМА «ИЗМЕНЕНИЕ ПУНКТА СКРЕЩЕНИЯ ИЛИ ОБГОНА
ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА УЧАСТКЕ»**

Васильева Л.С.¹

студентка,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Кузнецов В.С.

студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Попова М.Э.

студентка,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Чичерин Н.В.

студент,

Российский университет транспорта (МИИТ),

Москва, Россия

Аннотация

В условиях интенсификации грузовых перевозок и уплотнения графика движения поездов на полигонах сети ОАО «РЖД» ключевым фактором

¹ Научный руководитель: к.т.н., доцент Сугоровский А. В. Российский университет транспорта, Москва, Российский университет транспорта, Москва, Россия. k.t.n. docent, Sugorovsky A.V., Russian University of Transport, Moscow, Russia
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

обеспечения провозной способности становится качество оперативного управления. Поездной диспетчер (ДНЦ) ежедневно сталкивается с необходимостью корректировки плана пропуска поездов из-за возникновения «окон», задержек пассажирских составов, неравномерности подвода поездов или локальных отказов технических средств. Одним из наиболее эффективных, но и наиболее сложных с точки зрения принятия решений инструментов регулирования является изменение пункта скрещения (на однопутных участках) или обгона (на многопутных участках) грузовых поездов. В данной публикации рассматриваются разработанные алгоритмы изменения пункта скрещения и обгона поездов, которыми пользуется поездной диспетчер (ДНЦ).

Ключевые слова: диспетчерское регулирование, поездопоток, однопутный участок, скрещение, обгон, алгоритм управления.

***DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE DISPATCHER'S RECEIVE
ALGORITHM "CHANGING THE CROSSING OR OVERTAKING POINT FOR
FREIGHT TRAINS ON THE SECTION"***

Vasilyeva L.S.

student,

Russian University of Transport (RUT),

Moscow, Russia

Kuznetsov V.S.

student,

Russian University of Transport (RUT),

Moscow, Russia

Popova M.E.

student,

*Russian University of Transport (RUT),
Moscow, Russia*

Chicherin N.V.

student,

*Russian University of Transport (RUT),
Moscow, Russia*

Abstract

In the context of intensifying freight transportation and tightening train schedules on the network of Russian Railways, the quality of operational control becomes a key factor in ensuring line capacity. Train dispatchers regularly face the need to adjust the train passage plan due to scheduled “windows,” delays of passenger trains, uneven train arrival, or local failures of technical equipment. One of the most effective—yet most complex in terms of decision-making—regulation tools is changing the crossing point (on single-track sections) or overtaking point (on multi-track sections) for freight trains. This paper discusses the developed algorithms for changing crossing and overtaking points that train dispatchers use.

Keywords: dispatching control, train flow, single-track section, crossing, overtaking, control algorithm.

Введение

В условиях роста грузопотоков и дефицита пропускной способности железнодорожных участков эффективность оперативного управления приобретает определяющее значение. Поездной диспетчер (ДНЦ) в ходе регулирования движения регулярно сталкивается с необходимостью корректировки плана пропуска поездов, вызванной неравномерностью подвода составов, задержками пассажирских поездов или проведением технологических

«окон». Одним из наиболее гибких, но и наиболее сложных для принятия решений инструментов является изменение пункта скрещения (на однопутных участках) или обгона поездов.

Современные системы не содержат формализованных алгоритмов выбора оптимального варианта. Это приводит к субъективности решений и, как следствие, к дополнительным простоям поездов и нерациональному использованию инфраструктуры.

В данной публикации описана разработка формализованного алгоритма действий поездного диспетчера для приема «Изменение пункта скрещения или обгона грузовых поездов на участке», обеспечивающего минимизацию эксплуатационных затрат (времени простоя, энергопотребления) при соблюдении требований безопасности.

Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования автоматизированных систем диспетчерского управления и регламентов работы персонала, что позволит повысить устойчивость графика движения и снизить эксплуатационные расходы.

Основная часть

Диспетчерское управление на железнодорожном транспорте, различные методы диспетчерского управления рассматривались в различных научных работах, практических исследованиях [1-6]. В том числе разбирались отдельные приёмы, посвящённые работе железнодорожных линий с разным числом путей, так как это непосредственно влияет на условия работы диспетчера поездного.

На однопутных перегонах реконфигурация схемы и дислокации точек скрещения становится неизбежной при возникновении диспропорции между фактическим поездопотоком и нормативным количеством ниток графика.

Формирование таких управленческих решений осуществляется диспетчерским аппаратом путем построения или актуализации прогнозного план-графика пропуска поездов. Обоснованность применения данных мер

заложена в логике диспетчерского регулирования. Факт отклонения даже одного поезда перед станцией скрещения на 1–2 минуты от расписания является триггером для оценки необходимости, технической реализуемости и целесообразности изменения порядка пропуска поездов по участку.

На однопутных участках при решении задачи приоритизации пропуска одного из двух сближающихся поездов (с назначением ему безостановочного проследования) и выборе станции скрещения/обгона диспетчер обязан обеспечить минимизацию суммарных временных потерь, а также выполнить сравнительный анализ ожидаемого эффекта от регулировки с параметрами действующего графика и сменного задания, исключив сбой ГДП. В рамках данной задачи необходимо предусмотреть оптимальное задействование имеющихся технологических резервов регулирования для увеличения участковой скорости.

Для проведения анализа рассмотрим следующий фрагмент графика движения поездов (ГДП) (рисунок 1). Тип ГДП – непарный, непакетный, непараллельный. Участок с обычным движением, на котором обращаются все категории поездов.

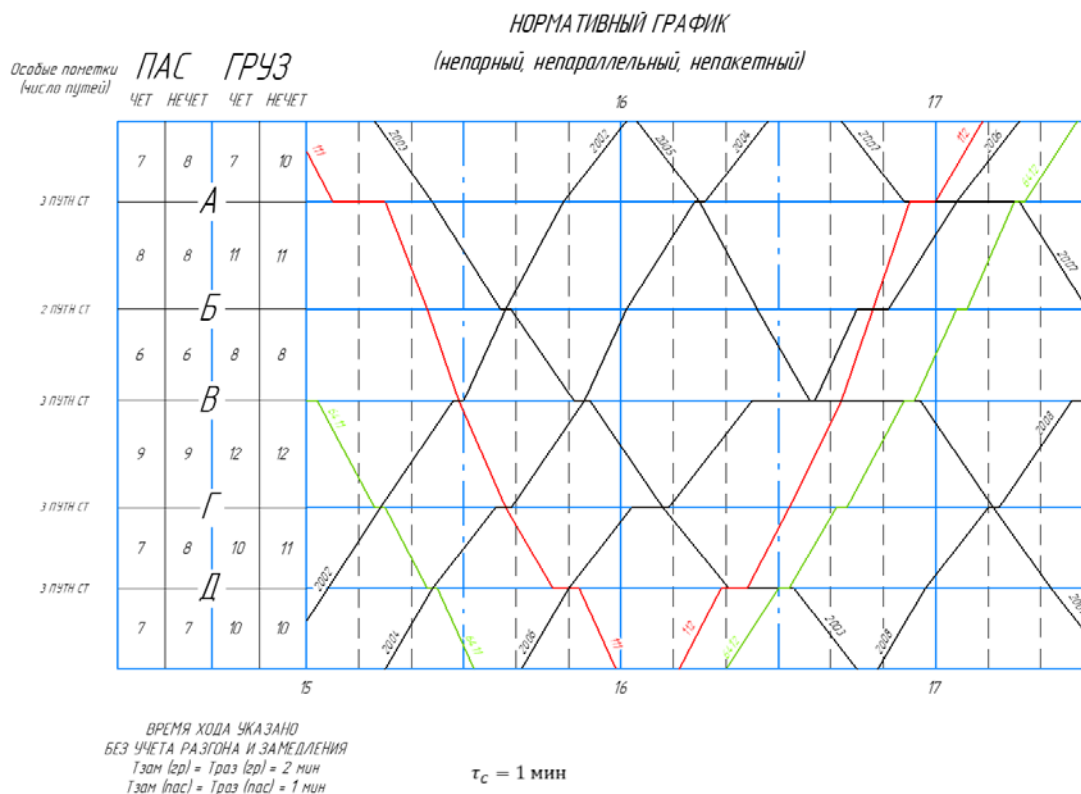
Выделим операции скрещения и обгона, выполняемые за отведённый на фрагменте графика промежуток времени:

- 15:14 - скрещение на станции "Г" поездов 6411 и 2002;
- 15:24 - скрещение на станции "Д" поездов 6411 и 2004;
- 15:29 - скрещение на станции "В" поездов 111 и 2002;
- 15:38 - скрещение на станции "Г" поездов 111 и 2004;
- 15:50 - скрещение на станции "Д" поездов 111 и 2006;
- 15:38 - скрещение на станции "Б" поездов 2003 и 2002;
- 15:53 - скрещение на станции "В" поездов 2003 и 2004;
- 16:08 - скрещение на станции "Г" поездов 2003 и 2006;
- 16:20 - скрещение на станции "Д" поездов 2003 и 112;
- 16:15 - скрещение на станции "А" поездов 2005 и 2004;

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

- 16:36-16:55 - скрещение на станции "В" поездов 2005 с поездами

СМЕНА ПУНКТА СКРЕЩЕНИЯ
НА 1 ПУТНОМ УЧАСТКЕ ПРИ АБ



2006, 112, 6412;

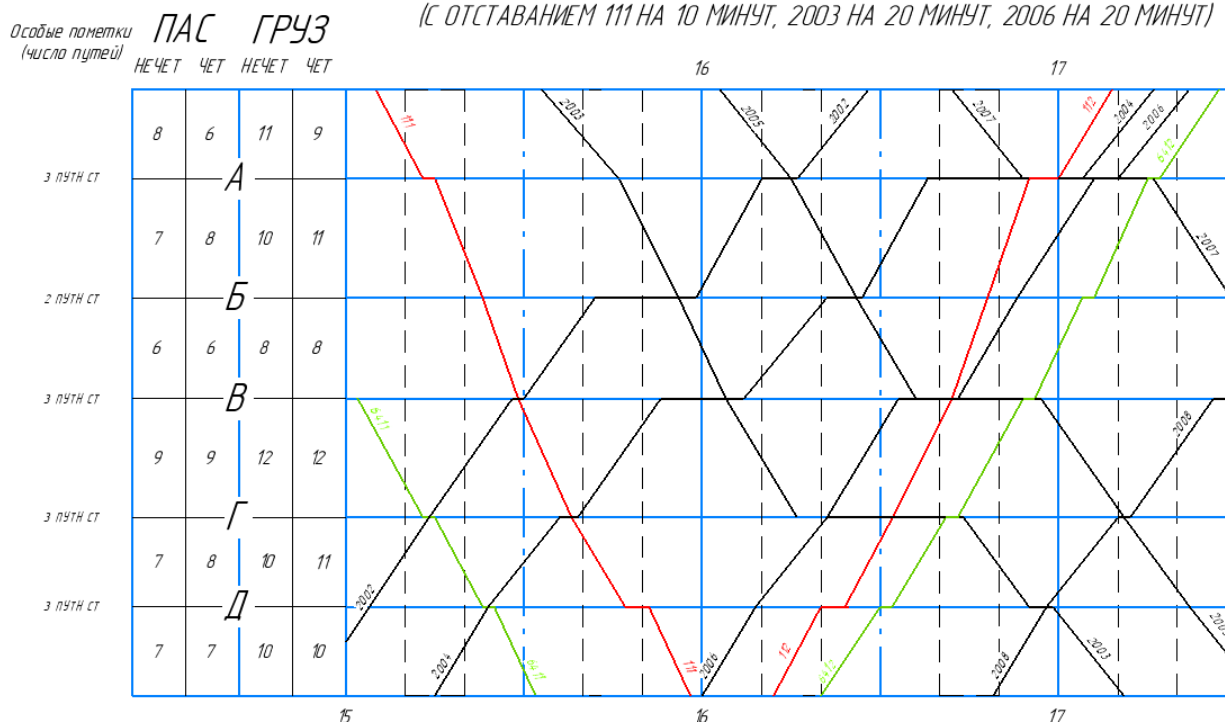
- 16:45-16:51 - обгон 112-м 2006 на станции "Б";
- 16:54-17:16 - скрещение на станции "А" поездов 2007 с поездами 112, 2006, 6412;
- 17:11 - скрещение на станции "Г" поездов 2005 и 2008;
- 17:37 - скрещение на станции "В" поездов 2007 и 2008.

Для оценки необходимости и важности применения приёма рассмотрим следующую нестандартную ситуацию (представлен фрагмент графика на рисунке 2). На участок с опозданием поступают следующие поезда: 111 – опоздание 10 минут, 2003 – опоздание 20 минут, 2006 – на 20 минут. Такая оперативная обстановка вызывает необходимость внесения корректировок в

СМЕНА ПУНКТА СКРЕЩЕНИЯ НА 1 ПУТНОМ УЧАСТКЕ ПРИ АБ

ВАРИАНТНЫЙ ГРАФИК БЕЗ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ПРИЁМОВ

(С ОТСТАВАНИЕМ 111 НА 10 МИНУТ, 2003 НА 20 МИНУТ, 2006 НА 20 МИНУТ)



процесс движения поездов на участке.

Отсутствие каких-либо управляющих воздействий со стороны ДНЦ приводит к тому, что определённые операции начинают сильно влиять на движение на всём участке:

- 15:42-15:59 - поезд 2002 ожидает 2003 на станции "Б" для скрещения. Итог: 2002 выходит с участка в 16:28, а не в 16:01;
- 15:53-16:07 - поезд 2004 ожидает 2003 на станции "В" для скрещения. Итог: 2004 выходит с участка в 17:16, а не в 16:28.

Заметим, что суммарное опоздание двух рассматриваемых поездов составляет 75 минут или 1,25 часа. Дальнейшее отсутствие корректировок порядка может привести к ещё большему опозданию.

Рассмотрим алгоритм действий поездного диспетчера, который позволил бы избежать ситуации, представленной на рисунке 2.

Рисунок 2 – Вариантный график (авторская разработка)

Разработанный алгоритм характеризуется существенно более высокой сложностью по сравнению с линейной моделью и разветвлённой логикой принятия решений. Вместо жёстко заданной пошаговой последовательности действий он предлагает целый набор диспетчерских приёмов, каждый из которых актуализируется в зависимости от текущей тяжести ситуации. Такая архитектура позволяет оперативно переключаться между различными стратегиями управления — от минимальных корректировок до комплексных перестроений графика — без необходимости повторного прохождения всего цикла с самого начала.

Ключевым отличием нового алгоритма является встроенная система обратных связей, которая функционирует не только на этапе завершения управляющего цикла, но и непрерывно в процессе его исполнения. Это означает, что на каждом промежуточном этапе диспетчер получает возможность оценить эффективность выбранного приёма и при необходимости скорректировать дальнейшие действия с учётом изменившейся обстановки. Такое решение значительно повышает адаптивность алгоритма, позволяя ему сохранять работоспособность в условиях высокой неопределённости и динамически меняющихся параметров движения.

Управление на различных участках железной дороги имеет свои особенности [2], так, на линии, на которой один главный путь, в случае возникновения сбойной ситуации график движения не только попутных, но и встречных поездов может быть нарушен. Тогда как на линиях, имеющих два и более главных путей, этой ситуации можно избежать [5].

Основываясь на этом, были разработаны два алгоритма. На рисунке 3 представлена блок-схема алгоритма смены пункта обгона, а на рисунке 4 – пункта скрещения.

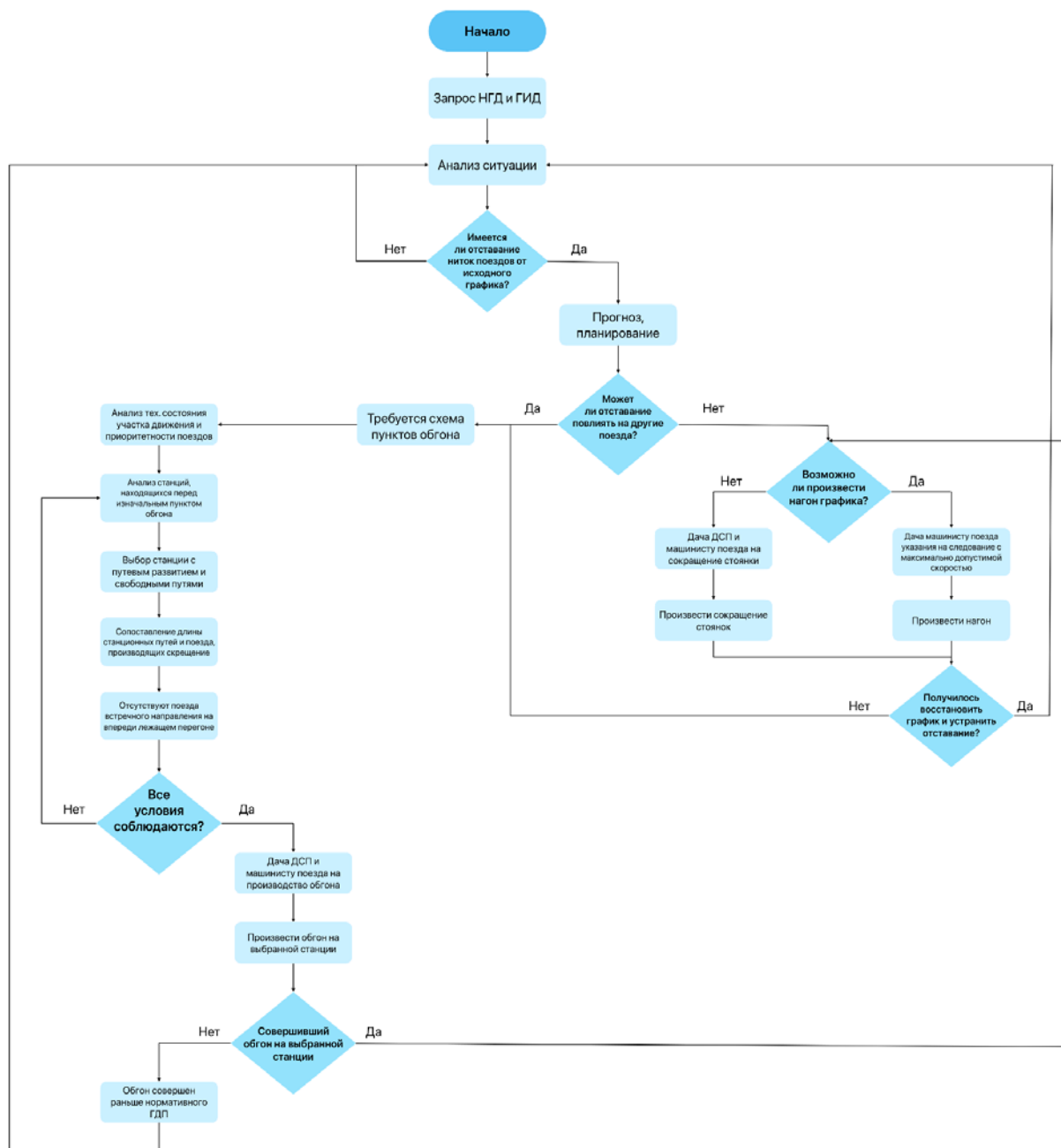


Рисунок 3 – Алгоритм смены пункта обгона (авторская разработка)

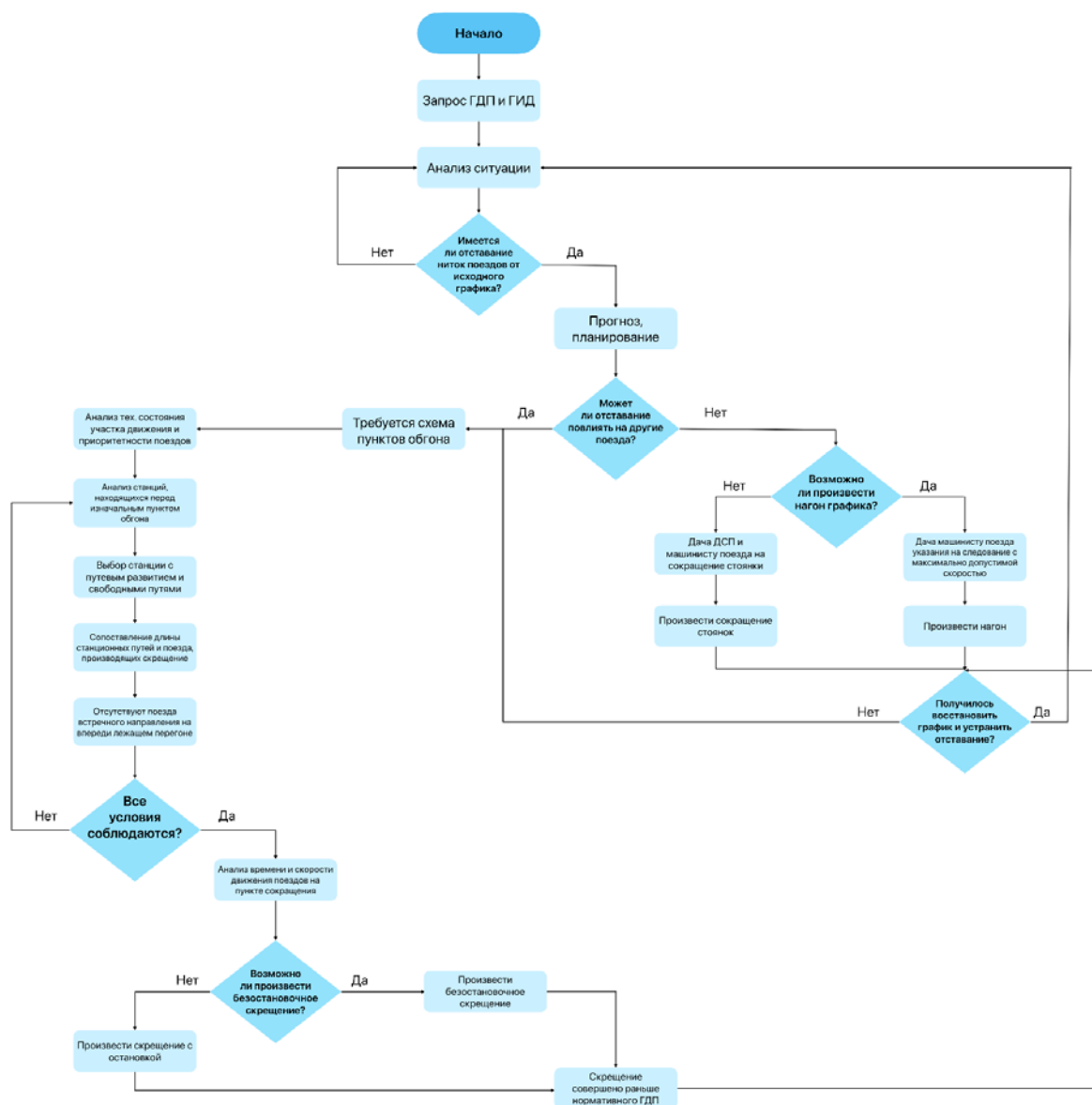
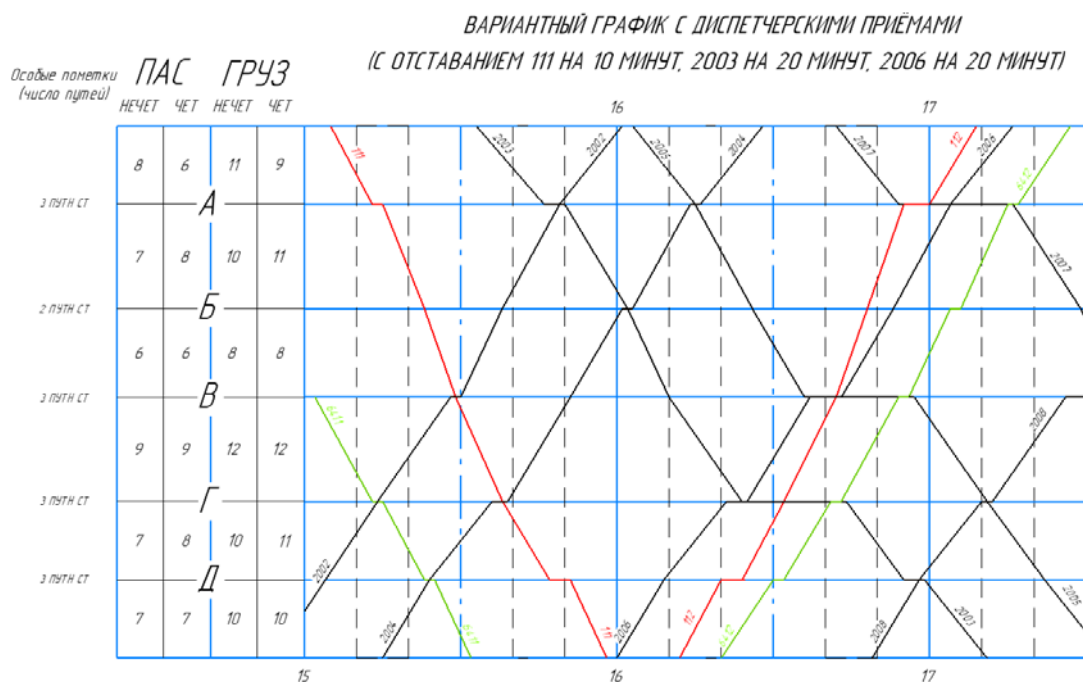


Рисунок 4 – Алгоритм смены пункта скрещения (авторская разработка)

Так как перевозочный процесс является непрерывным, а диспетчеру необходимо постоянно оценивать поездную ситуацию в оперативной обстановке, алгоритм является рекурсивным.

Рассмотрим применение алгоритма на конкретном примере. Применим метод, связанный с корректировкой пунктов обгона или скрещения. Результат представлен на рисунке 5.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

СМЕНА ПУНКТА СКРЕЩЕНИЯ
НА 1 ПУТНОМ УЧАСТКЕ ПРИ АБ

Из-за отставания 111, 2003 и 2006 поездов изменены нитки графика у следующих поездов: 2002, 2003, 2004, 2005, 2006. Однако при помощи диспетчерских приемов все нитки графика восстановлены, отставание ликвидировано

Рисунок 5 – Смена пункта скрещения (авторская разработка)

ДНЦ, руководствуясь разработанным алгоритмом, изменил порядок выполнения операций:

- 15:13 - сокращение стоянки 111 поезда с 10 минут до 2 минут. Итог: поезд следует согласно расписанию;
- 15:14 - скрещение на станции "Г" поездов 6411 и 2002;
- 15:24 - скрещение на станции "Д" поездов 6411 и 2004;
- 15:29 - скрещение на станции "В" поездов 111 и 2002;
- 15:38 - скрещение на станции "Г" поездов 111 и 2004;
- 15:49 - скрещение на станции "А" поездов 2003 и 2002;
- Произведена смена пункта скрещения на станцию ранее (вместо "Б" - "А"). Итог: поезд 2002 и 2004 продолжили движение согласно ГДП;
- 15:53 - скрещение на станции "Б" поездов 2003 и 2004;
- Произведена смена пункта скрещения на станцию ранее (вместо "В" - "Б"). Итог: поезд 2002 и 2004 не выбиты из графика;

- 16:15 - скрещение на станции "А" поездов 2005 и 2004;
- 16:21-16:44 - скрещение на станции "Г" поездов 2003, 2006, 112, 6412;
- Смена пункта скрещения вызвана отставанием поездов 2003 и 2006;
- Данные поезда принимаются на приём-отправочные пути станции Д и пропускают пассажирские 112 и 6412. Итог: Поезда 112 и 6412 находятся в графике;
- 16:42 - обгон 112-м 2006 на станции "В";
- Произведена смена пункта обгона, ввиду отставания поезда 2006. Итог: поезд 2006 вернулся на нитку графика на перегоне "Б-А";
- 16:58 - скрещение на станции "Д" поездов 2003 и 2008. Данное скрещение вызвано отклонением поезда 2003 от изначальной нитки графика;
- 17:11 - скрещение на станции "Г" поездов 2005 и 2008;
- 16:54-17:16 - скрещение на станции "А" поездов 2007 с поездами 112, 2006, 6412;
- 17:37 - скрещение на станции "В" поездов 2007 и 2008.

Благодаря данному методу, ДНЦ, руководствуясь алгоритмом, смог ликвидировать опоздание поездов. Экономия поезда-часов составляет 1,25 часа, что является отличным результатом в условиях, когда пропускная способность на многих линиях исчерпана, либо её резерв очень мал, что требует от ДНЦ быстрых, точных действий и принятия взвешенных решений в оперативной обстановке.

Заметим, что требование по точному выполнению ГДП для грузовых поездов нежёсткое, так как в расписании движения заложен резерв времени. Этот резерв времени может быть использован для применения какого-либо метода регулировки дежурно-диспетчерским аппаратом, а также в отдельных ситуациях позволит эффективнее использовать энергоресурсы [7].

Заключение

В результате проведенного исследования разработан и обоснован
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

формализованный алгоритм диспетчерского приема «Изменение пункта скрещения или обгона поездов на участке», позволяющий повысить эффективность оперативного управления перевозочным процессом. Установлено, что отсутствие чётких алгоритмов не обеспечивает в полной мере объективной оценки альтернативных вариантов пропуска поездов, что приводит к субъективности решений и дополнительным эксплуатационным потерям. Предложенный алгоритм, в отличие от традиционных подходов, рассчитан на минимизацию суммарных временных и энергетических затрат, учитывает приоритетность поездов по весу, длине и наличию пассажирских ниток, а также прогнозирует влияние принимаемого решения на смежные перегоны. На опыте была подтверждена эффективность метода. Разработанные решения могут быть интегрированы в автоматизированные системы диспетчерского управления в качестве модуля поддержки принятия решений, а также использованы для совершенствования регламентов работы и профессиональной подготовки диспетчерского персонала. Дальнейшие исследования предполагают адаптацию алгоритма для условий полигонного управления и внедрение элементов искусственного интеллекта для обучения на данных об эффективных действиях диспетчеров.

Библиографический список:

1. Сугоровский, А. В. Методы диспетчерского управления перевозочным процессом : Учебное пособие для бакалавров направления "Технология транспортных процессов" по профилю "Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте" / А. В. Сугоровский, А. В. Сугоровский. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2025. – 79 с. – ISBN 978-5-00261-798-2. – EDN JMQBLQ.
 2. Сугоровский, А. В. Метод определения эффективности диспетчерского регулирования на участках, в узлах и сортировочных станциях : специальность 05.22.00 "Транспорт" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сугоровский Антон Васильевич. – Санкт-
- Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Петербург, 2016. – 355 с. – EDN VYMSOL.

3. Грошев, Г.М. Оперативное диспетчерское регулирование (Опыт диспетчерских коллективов отделений и дорог)/Г.М. Грошев. -М.: Транспорт, 1985. 48 с.

4. Грошев, Г.М. Автоматизация диспетчерского управления и регулирования эксплуатационной работы на участках и в узлах/Г.М. Грошев, А.С. Башилов, Ю.П. Лагашкин, И.Ю. Романова//Ж-д. транспорт. Сер. Вычислительная техника и автоматизированные системы управления: Экспресс-информация ЦНИИТЭИ МПС. -1997. -Вып. 4. -36 с.

5. Шапкин, И. Н. Классификатор диспетчерских регулировочных приемов как ключевой элемент системы поддержки принятия решений / И. Н. Шапкин, А. В. Сугоровский, А. В. Сугоровский // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 15 октября 2025 года. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2025. – С. 199-203. – EDN UAIFDE.

6. Зябиров, Х. Ш. Эффективные методы и модели прогнозирования транспортных процессов и систем / Х. Ш. Зябиров, И. Н. Шапкин, Р. А. Юсипов. – Москва : ООО "Издательство "Финансы и статистика", 2024. – 298 с. – ISBN 978-5-00184-114-2. – EDN UENXZV.

7. Гопкало, В. Н. Метод контроля отклонений траектории движения поезда / В. Н. Гопкало, А. И. Годяев, Б. И. Давыдов // Новые тенденции развития в управлении процессами перевозок, автоматике и инфокоммуникациях : Труды Всероссийской научно-практической конференции ученых транспортных вузов, инженерных работников и представителей академической науки с международным участием, Хабаровск, 29 сентября 2017 года / Под редакцией А.И. Годяева. – Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 66-72. – EDN YSOWSG.