

УДК 656.224

ПРОБЛЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ОБОРОТА ПОЕЗДНЫХ ЛОКОМОТИВОВ**Вакуленко С.П., Попова Т.Г.***Институт управления и информационных технологий Российского университета транспорта,
Москва, e-mail: post-iuit278@bk.ru, tatyana_27@mail.ru*

Проблемой оптимизации оборота локомотивов ученые занимаются давно. Однако следует отметить то немаловажное обстоятельство, что основой исследования подобных работ обычно являлись ручные графики, которые строились в большом количестве и на основании которых выводились многочисленные формулы. Настоящая статья посвящена решению важной проблемы построения оптимальных графиков оборота для конкретного полигона с заданной структурой поездопотока, а также существующим локомотивным парком. В работе подробно проанализированы научные исследования, посвященные оптимизации оборота локомотивов. На основе широкого спектра анализа подробно анализируется повышение производительности локомотива благодаря применению инженерных моделей. Кроме этого, в статье также рассматриваются процессы оборота локомотивов и организация техобслуживания. При этом широко используется такое программное обеспечение, как Лабиринт. В статье подробно описывается имитационная модель участка обращения локомотивов, а также проводится анализ вырезки рассчитанного графика движения для оптимизационной модели. На основе проведенного анализа, теоретического и практического материала производится сопоставление выводов, к которым приходят авторы статьи вследствие выявления и анализа проблемы улучшения работы локомотивного парка.

Ключевые слова: локомотивный парк, имитационная модель, программное обеспечение, производительность труда, инженерные модели

PROBLEMS OF OPTIMIZING LOCOMOTIVE TURNOVER**Vakulenko S.P., Popova T.G.***Institute of The Railroad Operation and Information Technologies of the Russian University of Transport,
Moscow, e-mail: post-iuit278@bk.ru, tatyana_27@mail.ru*

To begin with it is important to say that researchers have been interested on problems of optimizing turnover for a long time. But we should point out that originally for most of such kind of works the most frequent basis for evaluation wasn't automatic calculation. The paper dwells upon the solution of the problem of drawing up the optimal schedule of the test range turnover with the set train-stream structure and the existing locomotive fleet. The research papers on optimizing locomotive turnover are analyzed. The optimization of locomotive turnover schedule while serving the trains is described with original mathematic dynamic models. The processes of locomotive turnover and service are considered. The Labyrinth optimization model is used for turnover calculations, and dynamic transportation task is used for service calculations. The imitation model for the turnover section is given as well as a part of the schedule for the model. The results of the optimization and imitation models are compared.

Keywords: locomotive park, simulation model, program support, labour efficiency, engineering models

Нельзя переоценить роль перевозок в экономической и социальной жизни народонаселения нашей страны, что объясняется специфическими территориальными и природными особенностями Российской Федерации. Неслучайно одной из главных государственных задач является создание народонаселению страны всех условий для его территориальной мобильности, что направлено на эффективное использование как природных, так и рабочих ресурсов.

В нашей статье мы рассмотрим такой, несомненно, насущный вопрос, как проблема оптимизации оборота поездных локомотивов.

Приступая к описанию вопросов улучшения производительности труда локомотивных парков, прежде всего, отметим, что поездопоток во многом определяется графиком движения (ГДП). Необходимо оптимальное использование локомотивов, и этим обстоятельством, следовательно,

определяется потребность в освоении заданных размеров движения. Нормирование парков локомотивов производится, соотносясь с графиком движения поездов.

Таким образом, вполне объяснима необходимость соответствующих мер, в том числе – использование такого важного составляющего, как регулирование при повышении производительности оборота поездных локомотивов. Действительно, именно регулировочные меры являются основополагающими при загрузке и технологии работы. Соответственно, системы локомотивного хозяйства, являющиеся, несомненно, фундаментальной основой оптимизации оборота поездных локомотивов, непосредственно соотносятся с графиком локомотивного оборота.

Инженеры уже на протяжении многих лет активно изучают вопросы, которые связаны с оптимальным использованием локомотивного парка. Однако при этом не-

маловажно подчеркнуть, что в большинстве своем подобные работы основываются на ручных графиках с использованием самых разнообразных формул [1]. Отдавая дань подобным исследованиям, все же, с нашей точки зрения, отметим и слабую сторону таких расчетов. Прежде всего, отметим тот факт, что ручные расчеты требуют очень много времени для составления графиков движения с небольшим количеством локомотивов. Для облегчения подобной ситуации делались попытки применения графиков со строгой оптимизацией. Но, к сожалению, дело не увенчалось успехом.

Так, например, исследователь В.И. Некрашевич [2, 3] в своих трудах особо подчеркивает свою точку зрения относительно того, что если при построении графика оборотов локомотивов отталкиваться от задачи такого вида программирования, как линейное программирование, то, следовательно, мы неминуемо сталкиваемся с вопросом разрешения огромной размерности. Однако основным рассматриваемым решением здесь является факт перецепки локомотива с одной нитки графика на другую. Поэтому здесь необходимо использовать другой подход.

Цель исследования: обеспечить построение оптимальных графиков оборота для конкретного полигона с заданной структурой поездопотока и существующим локомотивным парком.

Оптимизационная модель Лабиринт и имитационное моделирование

Модель оптимизации *Лабиринт* базируется на решении такой важной задачи, как динамическая транспортная задача [4]. Отметим, что данная модель показывает данные для успешной работы локомотивов и другие параметры процесса поездопотока для решения выбора эффективности тех или иных режимов. Нами сделаны расчеты на конкретном участке обращения.

Для выявления и анализа достигнутых результатов использовалась имитационная модель того же поездопотока и того же самого участка при помощи моделирующей системы *ИМЕТРА*.

В транспортной динамической задаче выявляются и анализируются составопотоки, продвигающиеся по конкретно составленному графику движения. Локомотивы цепляются к составам с теми или иными ограничениями [2, 5]. Таким образом, следовательно, о движении поезда можно говорить при совместном перемещении прицепленного к составу локомотива.

Основополагающим фактором при комплексной оценке конечного результата явля-

ется минимизация издержек на все пробеги и простои. Модель дает представление по различным данным каждого конкретного локомотива и поезда, в том числе и такие результаты, как:

а) обобщенные – использование локомотивов и движение поездов;

б) по локомотивам (таблица). В таблице можно производить упорядочивание по столбцам. Из каждой строки таблицы можно перейти к графику оборота;

в) по поездам.

Параметры работы локомотивов

Полная занятость	Полезная занятость	Отстой	Простои с составом	Резервный пробег	Число поездов
[5] 15:52	[5] 11:28	08:00	04:24	00:00	8
[5] 14:32	[5] 11:04	07:04	03:28	00:00	6
[5] 14:16	[5] 10:56	06:24	03:20	00:00	7
[5] 16:16	[5] 10:48	02:48	05:28	00:00	8
[5] 14:32	[5] 10:32	08:32	04:00	00:32	7
[5] 15:28	[5] 10:32	02:32	04:56	00:00	7
[5] 15:12	[5] 10:08	07:04	05:04	00:00	6

На исполненном графике движения показано движение всех поездов и локомотивов резервом с дополнительной информацией, а также процессы на станции (рис. 1).

Модель построена для сравнения режимов работы и показателей поездопотока при использовании оптимизационной модели и без нее.

Для моделирования использовалась такая имитационная система, как *ИМЕТРА*, которая прошла апробацию и государственную регистрацию [2]. В модели дано соответствующее реальности представление о технологии управления поездопотоком. Отметим, что имитационная модель способна дать весьма широкий спектр получаемых данных, что, соответственно, объясняется тем, что данная модель направлена не только на построение графика оборота локомотивов и движения поездов, но и на весьма наглядную демонстрацию конкретной работы той или иной станции. Так, например, при использовании имитационной системы *ИМЕТРА* наглядно отражаются:

а) простои поездов на станциях полигона (рис. 2);

б) причины основных задержек в продвижении поездопотока. Здесь видно, что основные задержки поездов происходят не из-за участков и станций, а из-за локомотивов. На рис. 3 представлены элементы структуры, вызывающие задержки;

в) загрузка в динамике станций и парков (рис. 4).

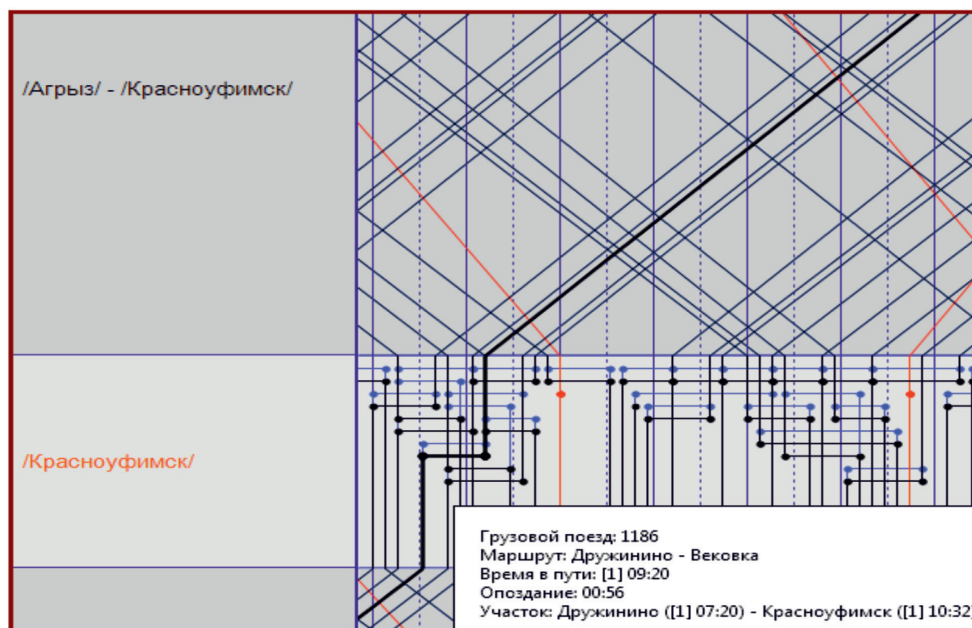


Рис. 1. Вырезка из исполненного графика движения (оптимизационная модель)



Рис. 2. Среднее время нахождения вагонов на станциях

элемент	графически	факт	всего	в среднем
Лок. ВЛ80[Вековка]		421:53	421:53	0:31
нечетная горловина парка парк 3/Юдино/		23:56	23:56	0:07
нечетная горловина парка парк 3/Вековка/		20:56	20:56	0:02
Вагоны в парке ПОП [Муром]		17:22	17:22	1:24
четная горловина парка парк С/Юдино/		17:13	17:13	0:05
нечетная горловина парка парк С/Юдино/		11:56	11:56	0:04

Рис. 3. Элементы структуры, вызывающие задержки

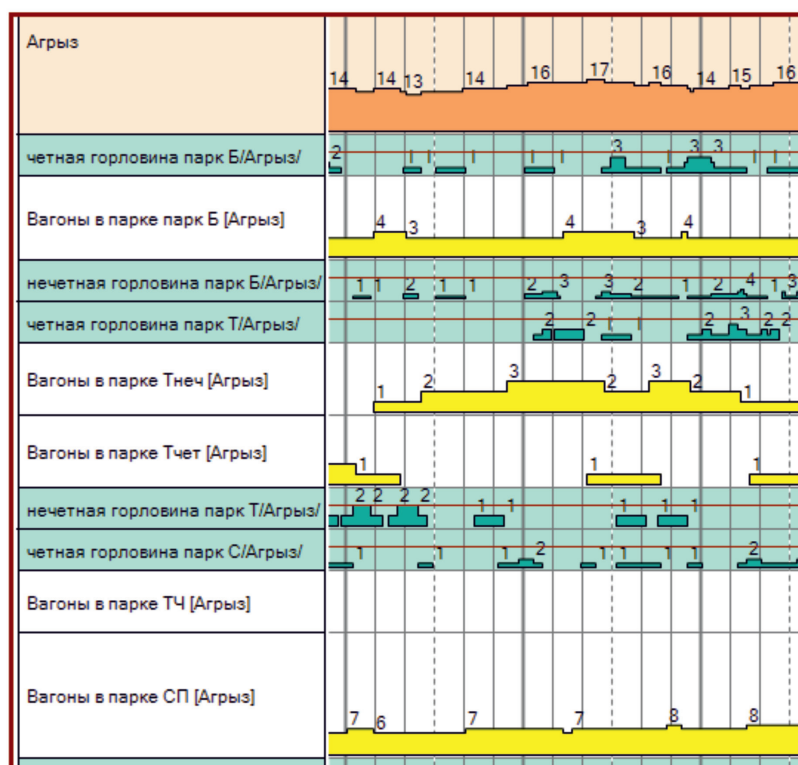


Рис. 4. Загрузка парков, станции и горловин

Проведенное исследование показывает, что в обеих моделях технологические процессы подобны. Отметим, что в имитационной модели также строится исполненный график движения с возможностями дополнительного анализа продвижения поездов и работы локомотивов (рис. 5). При этом важно отметить то немаловажное обстоятельство, что динамика свободных локомотивов по станциям количественно имеет сходный характер (рис. 5).

Однако графики оборота локомотивов и степень полезного использования существенно отличаются. Так, например, при количестве локомотивов 150 локомотивы успешно справляются с поездопотоком. Что касается задержек локомотива, то они минимальны. Если говорить о среднем полезном использовании, то оно, соответственно, равно 94,8%, в то время как резервный пробег составляет лишь 1%. Отметим, что на полигоне находятся около 190 локомотивов.

В том случае, если на станции находятся 200 локомотивов, то есть при увеличении на 10 локомотивов, мы, соответственно, отмечаем увеличение резервного отстоя, тогда как изменения на пропуске поездов не происходит. Таким образом, говоря иными словами, происходит явное снижение полезного использования оборота локомотивов. Что касается имитационной модели, то здесь мы

отметим совершенно иную картину. Здесь при 200 локомотивах имеют место значительные задержки поездов. Средняя полезная занятость, соответственно, равна 76,8%.

Отметим также, что в середине локомотивного состава поезд, по сравнению с головной частью, может реализовать большую силу тяги. Это обстоятельство может быть объяснено целым рядом факторов, в том числе и тем, что, во-первых, увеличивается коэффициент сцепления до 17%, поскольку рельсы очищены вагонами при любых погодных условиях. В качестве второго фактора того обстоятельства, что происходит реализация большей силы тяги в середине локомотива, может быть назван тот фактор, что происходит перераспределение на переднюю автосцепку с задней автосцепки тяговой нагрузки. Таким образом, следовательно, защитой снижается также тяговая нагрузка от боксования.

В контексте нашего описания отметим и то обстоятельство, что на станции для пропуска потока также имеет место соединение поездов при перерывах в локомотивном движении. Такие ситуации имеют место, когда одна секция выходит из строя. В таком случае, соответственно, поезд ставится вторым и, следовательно, одним локомотивом, который представляет собой не что иное, как трехсекционный локомотив, ведут три секции.

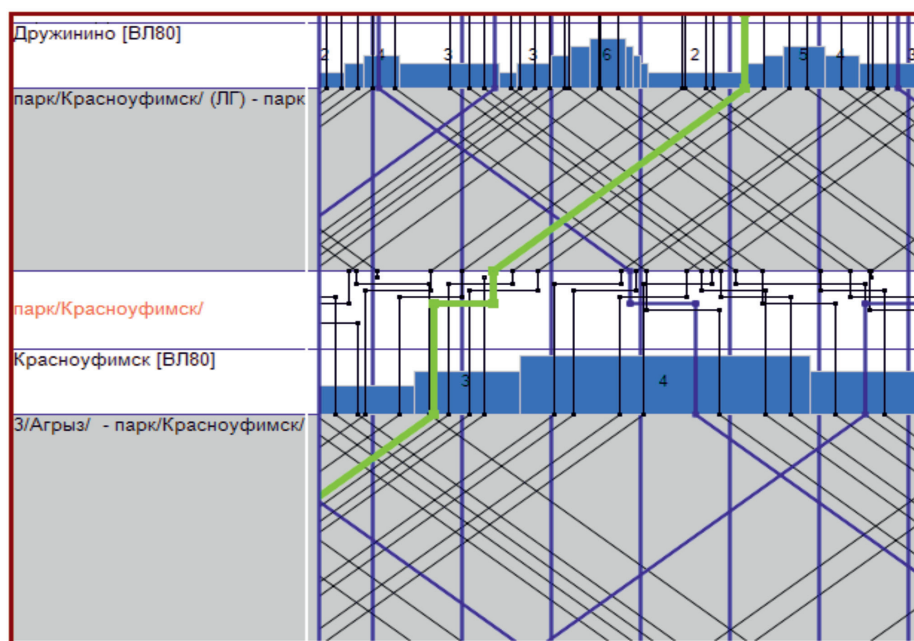


Рис. 5. Вырезка из графика исполненного движения (имитационная модель)
(синим цветом – число свободных локомотивов)

Таким образом, рассматривая проблему оптимизации процессов перевозок, мы приходим к выводу, что для эффективного грузового и пассажирского движения необходимо учитывать множество обстоятельств, часть которых мы описали в нашей статье.

Заключение

На основе рассмотрения вопросов оптимизации оборотов локомотивов мы приходим к выводу, что Лабиринт, как оптимизирующая система, представляет собой важный оптимизирующий блок в локомотивных автоматизированных системах управления (АСУ) при подключении этой

оптимизирующей системы к соответствующим информационным системам.

Список литературы

1. Козлов П.В., Вакуленко С.П., Колокольников В.С. Оптимизация оборота локомотивов при заданных поездопотоках // Железнодорожный транспорт. 2016. С. 34–37.
2. Некрашевич В.И. Система управления эксплуатацией локомотивов: дис. ... докт. техн. наук. Москва, 1988. 588 с.
3. Некрашевич В.И., Апатцев В.И. Управление эксплуатацией локомотивов. М.: РГОТУПС, 2004. 257 с.
4. Козлов П.А., Набойченко И.О., Пермикин В.Ю. От Кузбасса до Усть-Луги единая модель // Железнодорожный транспорт. 2016. № 3. С. 26–29.
5. Козлов П.А., Тушин Н.А., Слободянюк И.Г. Макромоделирование железнодорожных станций и узлов // Наука и техника транспорта. 2015. № 2. С. 82–88.