Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова,
т. LIV, вып. 1, 1967 г.

УДК 625.451

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

В. М. Попков, А. Д. Школьников

Применение вычислительной техники — один из способов улучшения оперативного управления железнодорожным транспортом на мощных угольных разрезах с большим количеством горнодобывающей техники и развитой сетью железнодорожных путей.

Предварительное определение эффективности новых методов управления лучше всего производить моделированием работы разрезов. При этом представление об эффективности новых методов и систем оперативного управления дает сравнение результатов моделирования и результатов фактической работы разреза. В настоящей работе рассматриваются сущность моделирования по методу фактических смен, его положительные и отрицательные свойства и область применения.

Транспортирование горной массы является заключительным звеном всего горнодобывающего цикла. Темп и характер всего процесса и в конечном счете производительность основного горно-транспортного оборудования определяются характером поступления и распределения порожняка по пунктам погрузки и сбора груженых вагонов, т. е. характером регулирования движения транспортных единиц. Добычные и породные участки на разрезах, как правило, обособлены. Потоки полезного ископаемого и породы в оперативном отношении между собой не связаны. Поэтому управление транспортом нужно рассматривать автономно для транспортирования угля и для транспортирования породы. Критерии управления работой породного и добычного участков могут быть различны.

Статистическое моделирование на вычислительных машинах является обычным способом моделирования производственных процессов *. По этому способу состояние моделируемого оборудования описывается ограниченным числом параметров, которые изменяются в соответствии с программой, отражающей логическую последовательность переходов из одного состояния в другое и воздействие случайных факторов. Параметры распределения случайных величин определяются заранее по статистическим данным. Сами величины реализуются в вычислительных машинах с помощью датчика случайных чисел.

Благодаря быстрому действию вычислительных машин при статистическом моделировании можно за очень короткий срок проверить большое количество вариантов организации производственного процесса и отобрать из них оптимальный. Однако для оценки алгоритмов управления этот способ имеет ряд недостатков, основной из которых заключается в трудности учета в программе специфических конкретных особенностей работы карьера, которые во многом определяют преимущество одного алгоритма перед другим.

* Н. П. Б у с е н к о. Математическое моделирование производственных процессов на цифровых вычислительных машинах. Наука, 1964.

Суть метода фактических смен сводится к моделированию работы предприятия за конкретный небольшой отрезок времени (смену, сутки) в соответствии с разработанным алгоритмом и с использованием фактических исходных данных за моделируемый период. В основу методики моделирования работы разрезов положены следующие условия.

1. Моделирование производится для нескольких наиболее типичных смен с различной интенсивностью работы. Особое внимание обращается на выбор загруженных смен, когда условия работы диспетчерского аппарата наиболее тяжелые и время на обдумывание и принятие решения ограничено. Для моделирования желательно выбирать смены с минимальными отклонениями от нормальных условий, т. е. с минимальным количеством аварий. Этим достигается минимальное воздействие на работу разреза факторов, не зависящих от оперативного управления.

2. Исходные данные берутся с графика исполненного движения. Начальная ситуация, время погрузки — выгрузки, время хода по перегонам, порядок и время поступления поездов с сети МПС остаются без изменений.

3. Учитывается время на реализацию поданных команд, т. е. время на подготовку маршрута, открытие сигналов.

Все процессы эксплуатационной работы транспорта подразделяются на связанные и не связанные с текущим временем. Процессы первой группы являются функцией времени, которое принимается в качестве независимой переменной. К ним относятся расписание прибытия порожних составов с сети МПС, аварии, работа восстановительных и пожарных поездов, ремонтные и другие вспомогательные работы. Это означает, что при моделировании время и продолжительность названных работ должны назначаться в соответствии с графиком исполненного движения поездов фактически отработанной смены. Ко второй группе относятся все процессы эксплуатационной работы, зависящие от оперативного управления.

Последовательность и продолжительность расформирования порожнего маршрута на группы вагонов для подачи их под погрузку, величина этих групп и время погрузки каждой группы, формирование маршрута практически не зависят от момента их осуществления, а зависят только от определенной последовательности выполнения этих операций.

Момент наступления и длительность процессов первой группы при моделировании осуществляются без изменений, обеспечивая таким образом возможность сравнения результатов работы фактической смены с результатами работы этой же смены при управлении по предлагаемому алгоритму.

Момент наступления и характер процессов второй группы изменяются в соответствии с разработанными методами оперативного управления работой транспорта и реализующим их алгоритмом. Таким образом, рабочие смены, полученные моделированием, отличаются от фактических смен только алгоритмом управления.

Работа разреза при моделировании отображается на графике исполненного движения (см. рисунок).

Моделирование по методу фактических смен дает возможность учесть значительное количество мелких факторов, влияющих на эксплуатационную работу транспорта разреза. Поскольку разница между результатами применения разных алгоритмов, как правило, не превышает 10—15%, учет именно мелких специфических факторов, деталей производства позволяет достигнуть большей точности моделирования и получить более точную оценку эффективности методов управления. Использование метода фактических смен обеспечивает возможность быстрого получения оценок результатов управления, так как моделирование может производиться без применения вычислительных машин. Особый интерес представляет оценка эффективности систем управления при максимально загруженных сменах. Такая оценка позволяет определить зависимость эффективности методов управления от интенсивности технологического процесса.

К недостаткам метода фактических смен следует отнести его выборочность. Поэтому на основе полученных данных можно делать лишь приближенные, ориентировочные выводы. Для устранения этого недостатка рекомендуется проводить моделирование несколько раз на основе смен, отработанных в разное время года и в разное время суток.

Метод фактических смен был проверен сравнением результатов моделирования с результатами работы Оленегорского железорудного карьера.

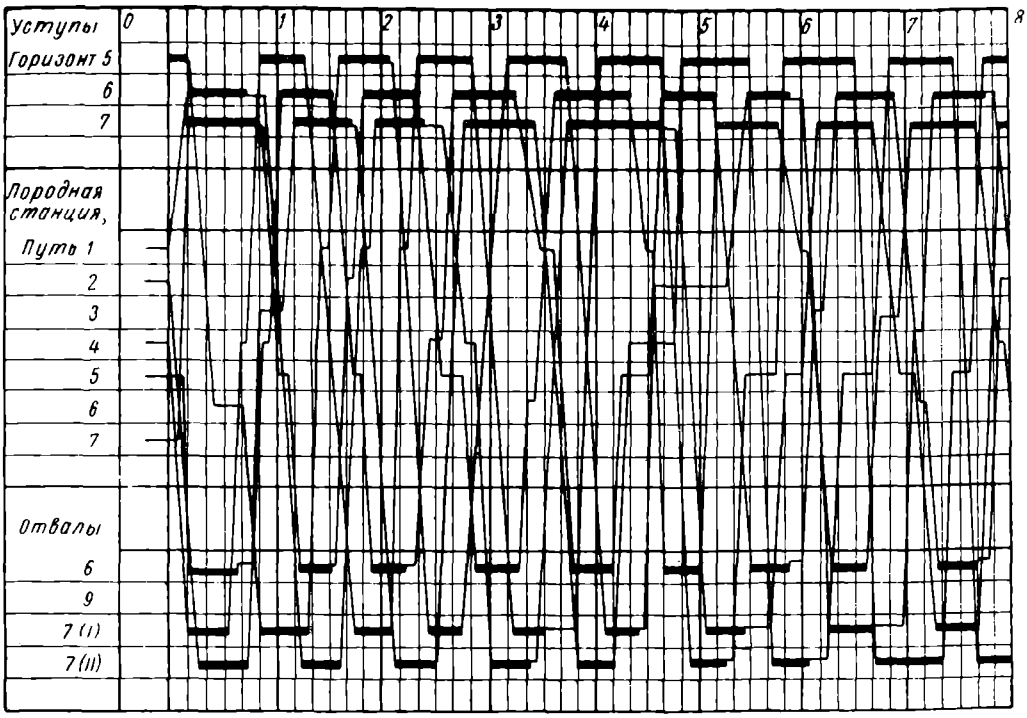


График работы смены породного участка Ирша-Бородинского разреза (моделирование по I варианту).

Экспериментальное управление движением транспорта карьера с помощью системы оперативного управления показало хорошую сходимость результатов моделирования с результатами работы. Разница в определении эффективности применения вычислительной техники для оперативного управления в том и другом случае не превысила 1—3%.

Этот метод был применен также для определения эффективности внедрения вычислительной техники на ряде предприятий угольной промышленности (Ирша-Бородинский, Бачатский и Кумертауский разрезы). Так, для Ирша-Бородинского разреза при производительности в 6 млн. *т* угля в год моделированием была установлена возможность планового повышения производительности разреза на 6—7% за счет улучшения использования погрузочных и транспортных средств. Кроме того, только ускорение оборота вагонов МПС может дать прибыль, оцениваемую по крайней мере в 20 тыс. руб. в год. На вскрышных работах простои составов и экскаваторов сокращаются соответственно на 11 и 5% (см. таблицу, I вариант). Появляется возможность высвободить часть подвижного состава и локомотивов местного парка и использовать их на других работах.

Результаты моделирования показали, что наибольшая эффективность внедрения вычислительной техники совпадает с периодом интенсивной работы разреза. Моделирование подтвердило наличие взаимосвязи между результатами эксплуатационной работы разреза и его транспортной схемой. Так, например, укладка двух дополнительных стрелочных переводов на пу-

Сравнение результатов моделирования и фактической работы разреза

Показатели	Исполненный график движения	Моделирование по вариантам	
		I	II
Погружено составов за смену, шт.	24,5	25,5	28
Суммарный простой за смену, *мин*:			
экскаваторов	580	550	476
составов	551	491	364

тях вскрышного участка позволит уменьшить простои составов и экскаваторов по сравнению с I вариантом соответственно на 23 и 13% и по сравнению с существующим положением — на 34 и 18% (см. таблицу, II вариант).

Выводы

1. Моделирование по методу фактических смен обладает рядом преимуществ перед статистическим. Оно обеспечивает возможность быстрого получения оценок, более точные результаты, возможность учета специфических факторов работы предприятия.

2. Достаточная точность метода подтверждена экспериментальными данными на Оленегорском карьере.