

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МЕСТНОЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

ЦАРЕНКОВА И.М.¹, ЦАРЕНКОВ А.А.²

¹к.э.н., доцент кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов»
Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта»
г. Гомель, Республика Беларусь
²студент специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта»
г. Гомель, Республика Беларусь

Современные задачи планирования и организации в управлении дорожным строительством с позиции логистического подхода выясняются при анализе функционирования дорожной организации как логистической системы, направленной на непрерывное и рациональное использование ресурсных потоков при производстве и обслуживании производимого общественно необходимого продукта. Получение оптимального выхода системы достигается при согласованном по времени и в пространстве взаимодействии различных видов потоков. Исследование особенностей объектных потоков, характерных для сети местных автомобильных дорог, позволило выделить ряд специфических характеристик, оказывающих наибольшее влияние на выбор метода организации производства работ. Учет выделенных особенностей в процессе планирования и организации работ позволяет реализовать комплекс частных задач: определения рациональной последовательности сроков производства работ на различных объектах; включения дополнительных затрат времени и ресурсов на передислокацию специализированных отрядов в алгоритмы увязки потоков; выбора наиболее рациональных моделей для расчетов формируемых потоков.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожное строительство, методы организации строительства, оптимизация, передислокация отрядов, планирование, расчет потоков, специализированные потоки, увязка работ, эффективность.

PECULIARITIES OF ORGANIZATION AND PLANNING OF REPAIR AND CONSTRUCTION WORK ON THE LOCAL ROAD NETWORK

TSARENKOVA I.M.¹, TSARENKOV A.A.²

¹PhD in Economics, associate professor
of department «Design, Construction and Operation of Transport Facilities»
Belarusian State University of Transport
Gomel, Republic of Belarus
²student of the specialty 1-70 03 01 «Highways»
Belarusian State University of Transport
Gomel, Republic of Belarus

Contemporary problems of planning and organization in the management of road construction from the position of the logistic approach are clarified by analyzing the functioning of the road construction organization as a logistic system aimed at continuous and rational use of resource flows in manufacturing and service of the socially necessary product. Obtaining the optimal output of the system is achieved by coordinated in time and space interaction of various types of flows. The study of the

peculiarities of object flows, typical for the network of local highways, allowed to identify a number of specific characteristics that have the greatest impact on the choice of the method of organization of work production. The consideration of the allocated peculiarities in the process of planning and organization of work permits to realize a set of particular problems: determination of a rational sequence of operating hours at various sites; inclusion of additional time and resource expenses for redeployment of specialized work groups into the flow co-ordination algorithms; selection of the most rational models for calculation of the flows being formed.

Keywords: automobile road, road construction, methods of construction organization, optimization, redeployment of detachments, planning, calculation of flows, specialized flows, work coordination, efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

В современной практике важное место в решении задач развития агро-бизнеса отводится автомобильному транспорту [1]. Размер добавленной стоимости компаний агропромышленного комплекса находится в прямой зависимости от степени развития автодорожной инфраструктуры на ключевых направлениях перемещения продукции, а также от транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и других дорожных сооружений. В крупных агрокомбинатах, имеющих разветвленную дорожную сеть с твердым покрытием, себестоимость перевозок в 1,5–2 раза ниже, по сравнению с организациями, не имеющими таких внутрихозяйственных дорог, а также месторасположение которых удалено от эксплуатируемой дорожной сети. Наличие развитой сети местных автомобильных дорог с твердым покрытием позволяет получить на 10–30 % продукции больше, чем при их отсутствии вблизи организаций, обладающих сопоставимым земельным потенциалом. Уменьшаются потери сельскохозяйственной продукции. Велико и социальное значение сети местных автомобильных дорог.

При этом текущее состояние местной дорожной сети характеризуется невысокими качественными показателями. По состоянию на 01.01.2021 г., из общей протяженности местных дорог (71 076 км), только 44,3 % имеют асфальтобетонное покрытие, 1,2 % – цементобетонное. Более 16 % не имеют покрытия, т. е. являются грунтовыми, что в период осеннего и весеннего межсезонья может привести к затруднениям или полному отсутствию проезда по таким дорогам. С ограничением несущей способности дорожного покрытия до 6 тонн на ось эксплуатируется около 80 % местных автомобильных дорог, что в условиях их эксплуатации тяжелыми транспортными средствами приводит к более интенсивному разрушению дорожных конструкций [2].

В связи с этим почти половина местных автомобильных дорог нуждаются в различного рода ремонтах. Значительные объемы работ требуют дополнительного привлечения многочисленных ресурсов и особенно остро ставят задачу эффективного их использования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Решение поставленной задачи осложняется такими специфическими особенностями строительства (реконструкции, ремонтов) местных дорог, как:

- наличие нескольких объектов в перечне годовой программы работ дорожной организации, что связано с небольшими объемами работ и незначительными размерами участков. Как правило, характерными являются участки дорог протяженностью от 2 до 4 км, хотя возможны объекты с параметрами 0,5–0,7 км, а также до 10–13 км. При устройстве асфальтобетонных покрытий наиболее распространенными являются объекты площадью от 2 до 5 тыс. кв. м;

- малые, по сравнению с республиканскими, инвестиции в местные дороги;

– рассредоточенность объектов работ на значительной территории. Удаление объектов может быть различным, от нескольких км до 80–100 км, что требует больших затрат времени на организационно-техническую подготовку;

– разнотипность выполняемых видов работ и отсутствие полностью идентичных друг другу участков производства работ. Это приводит к постоянному изменению соотношений различных видов работ при переходе с одного объекта на другой, что требует переформирования специализированных отрядов для обеспечения сбалансированности их производительности с объемами и видами выполняемых работ.

Указанные особенности в первую очередь вносят коррективы в организацию производства работ и усложняют решение задач планирования производственной программы, поскольку:

– большое количество объектов с малыми объемами работ требуют частой передислокации ресурсов;

– работа нескольких специализированных отрядов поочередно на всех запланированных объектах поднимает вопросы определения их рациональной последовательности;

– рассредоточенность объектов вызывает необходимость включения дополнительных затрат времени и ресурсов на передислокацию специализированных отрядов;

– происходит постоянное колебание баланса объемом и темпов работ;

– для каждого специализированного потока требуется корректировка под выполняемые виды работ;

– для каждого объекта характерна допустимая величина его простоя в качестве фронта работ, определяемая многими факторами, среди которых следует выделить его транспортно-эксплуатационное состояние и наличие ресурсов для выполнения работ.

В нормативных документах в качестве основного метода организации работ закреплен поточный [3]. При этом его применение в рамках поставленной задачи требует учета времени перебазирования специализированных отрядов с одного объекта на другой. Рассматривая непрерывный процесс выполнения работ в рамках программы одной организации, специализированные отряды машин вынуждены расчлняться в пространстве без нарушения последовательности технологических операций во времени. Поэтому необходимо обеспечить их рациональное перемещение с объекта на объект. Все объекты возможно рассматривать как один укрупненный, подлежащий сооружению в течение планируемого периода, путем разделения по времени работ одного потока в пределах каждого объекта, а также учитывая время последовательной передислокации ресурсов.

Организовывать работы без совмещения работы нескольких специализированных отрядов на каждом объекте целесообразно ввиду ограниченности фронта работ по протяженности. По мере увеличения длины участков до 2 км и более, совмещение разных видов работ на одном объекте становится более рациональным, в том числе в целях недопущения увеличения сроков строительства. В таком случае практически всегда возникают дополнительные затраты времени на перемещение машин, механизмов и трудовых ресурсов. Организация учета таких затрат, учитывая специфические черты каждого объекта, приобретает важное значение для повышения эффективности процесса планирования. Не менее актуальным является вопрос выбора оптимальной траектории движения специализированных отрядов между объектами производства работ. Традиционно такие задачи решаются экономико-математическими методами, при выборе в качестве критерия оптимальности минимального расстояния перемещения машин [4]. Можно воспользоваться также методом построения последовательности планов, который основан на составлении последовательности вариантов решения и проверки выбранного критерия оптимальности на каждом шаге расчета [5]. Содержание данного метода подробно рассмотрено в публикации [6] применительно к решению задачи проектирования региональной логистической инфраструктуры.

Однако такое решение задачи определения очередности объектов будет давать оптимальное решение только для ритмичного потока, когда все специализированные отряды

работают с единым ритмом. Только в этом случае общее время производства работ на отдельных объектах не будет изменяться в зависимости от выбранной очередности. В реальных условиях, учитывая выделенные ранее особенности организации и планирования работ на местной дорожной сети, практически всегда формируются неритмичные потоки, и тогда сроки производства работ существенно изменяются в зависимости от очередности включения объектов в поток [7; 8].

Существенным моментом является необходимость включения всех видов работ в проектируемые потоки, что позволит повысить результативность увязки ресурсов дорожной организации и гарантированно обеспечить фронт работ всем специализированным отрядам. Для увязки таких потоков применим метод сетевого планирования [9; 10]. Однако использование только одного метода организации работ при расчете потока не всегда позволяет учесть многообразие требований к организации производства работ, возникающих в реальной практике дорожных организаций, особенно при наличии нескольких объектов. Поэтому данный метод целесообразно комбинировать с матричными методами расчета многообъектных потоков, при учете времени, необходимого для передислокации специализированных отрядов. Тогда расчет и оптимизация потоков, запроектированных для работы на нескольких участках местной дорожной сети, будут иметь определенные особенности.

Исходная матрица специализированных потоков, запроектированных для нескольких m -объектов, формируется без разбивки каждого объекта на захватки, а расчет объектных потоков не выполняется в связи с небольшими размерами участков производства работ. При этом обязательным условием является указание времени на перебазирование специализированных отрядов ($t_{j(q_k, q_m)}$), которое должно быть учтено при определении сроков работ в ограничении по ресурсной связи. Тогда, возможный срок начала выполнения j -го вида работ ($t_{m,j}^{HB}$), устанавливается расчетом матрицы (1).

$$t_{m,j}^{HB} = \max \left\{ \begin{array}{l} t_{q-1,j}^o + t_{j(q_k, q_m)} \\ t_{q_m, j-1}^H + t_{q_m, j}^P \end{array} \right\}, \quad (1)$$

где $t_{q-1,j}^o$ – срок окончания j -го вида работ на предыдущем ($q-1$) объекте (ограничение по ресурсной связи);

$t_{j(q_k, q_m)}$ – время на передислокацию специализированного отряда, сформированного для выполнения j -го вида работ, с q_k -го на q_m -й объекты;

$t_{q_m, j-1}^H$ – срок начала предшествующего ($j-1$)-го вида работ на q_m -м объекте;

$t_{q_m, j}^P$ – период развертывания на q_m -м объекте j -го вида работ.

При использовании в расчете метода критического пути, раннее начало выполнения работ ($t_{q_m, j}^{PH}$) определяется расчетом матрицы (2).

$$t_{q_m, j}^{PH} = \max \left\{ \begin{array}{l} t_{q-1, j}^{PH} + t_{j(q_k, q_m)} \\ t_{q_m, j-1}^{PO} + t_{q_m, j}^P \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где $t_{q-1, j}^{PH}$ – раннее начало работы j -го вида на предыдущем ($q-1$) объекте;

$t_{q_m, j-1}^{PO}$ – раннее окончание предыдущей работы ($j-1$) на q_m -м объекте.

Дальнейшие расчеты производятся по известным алгоритмам расчета дорожно-строительных потоков [7].

ВЫВОДЫ

Таким образом, при организации работ дорожно-строительной организации на местной дорожной сети следует в обязательном порядке учитывать дополнительные затраты времени на передислокацию специализированных отрядов. Постоянный мониторинг фактических затрат времени перебазирования в реальных дорожных условиях и связанных с этим затрат ресурсов позволит сформировать корпоративную базу данных. Анализ полученных результатов, с построением зависимостей между значимыми факторами (расстояние от производственной базы, производительность механизированных отрядов и др.), позволит определять зону целесообразности применения различных методов организации производства работ.

На современном этапе дорожно-строительного и ремонтного производства назрел вопрос разработки и внедрения автоматизированной системы планирования деятельности, основанной на применении современных экономико-математических методов и моделей, с многовариантной оценкой получаемых результатов на протяжении различных временных интервалов и возможностью детализировки по объектам производства работ. Развитие интеллектуальных и информационных программных продуктов позволяют формализовать планирование, как процесс моделирования производства по времени, в целях согласования работ дорожных организаций, установления рациональных сроков, последовательности состава исполнителей и мест производства работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макрак, С. В. Управление материальными ресурсами в сельском хозяйстве в условиях развития цифровой экономики / С. В. Макрак ; ред. В. Г. Гусаков ; Национальная академия наук Беларуси, Институт системных исследований в АПК. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 328.
2. О Государственной программе «Дороги Беларуси» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 8 апр. 2021 г., № 212 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100212>. – Дата доступа: 07.09.2021.
3. Автомобильные дороги. Правила устройства = Аўтамабільныя дарогі. Правілы ўстройвання: ТКП 059-2012 (02191). – (взамен ТКП 059-2007 (02191)). – Минск: М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, 2012. – 89 с.
4. Мальцев, Ю. А. Экономико-математические методы проектирования транспортных сооружений: учебник / Ю. А. Мальцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
5. Емеличев, В. А. Метод построения последовательности планов для решения задач дискретной оптимизации / В. А. Емеличев, В. И. Комлик. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
6. Ивуть, Р. Б. Алгоритм решения задачи проектирования региональной логистической инфраструктуры / Р. Б. Ивуть, П. В. Попов, П. И. Лапковская, Н. Е. Шевелева // НАУКА и ТЕХНИКА. – 2021. – Т 20. – № 4. – С. 352–356.
7. Организация дорожно-строительных работ / Д. А. Руденко [и др.]. – Госстройиздат УССР, 1962. – 438 с.
8. Дингес, Э.В. Экономика строительства, ремонта и содержания дорог: учебник / Э.В. Дингес. – М.: Академия, 2014. – 280 с.
9. Попова, И. Н. Механизм управления и оптимизации инвестиционного проекта с использованием метода сетевого моделирования / И. Н. Попова, Д. Л. Аникина // Дискуссия. – 2018. – № 6. – С. 6–16.

10. Боброва, Т. В. Календарно-сетевое планирование строительства линейных объектов в среде MSProject / Т. В. Боброва, А. А. Дубенков // Вестник СибАДИ. – 2017. – №4–5 (56–57). – С. 68–77.

REFERENCES

1. Makrak, S. V. Material resources management in agriculture in the conditions of digital economy development / S. V. Makrak; ed. G. Gusakov; National Academy of Sciences of Belarus, Institute for System Research in Agricultural Complex. - Minsk: Belaruskaya navuka, 2021. – 328 p.

2. About the State Program «Roads of Belarus» for 2021-2025" [Electronic resource]: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, 8 apr. 2021, № 212 // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. - Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100212>. – Access Date: 07.11.2021.

3. Highways. Rules of Arrangement = Automobile Roads. Rules of construction: TCP 059-2012 (02191). - (Instead of TKP 059-2007 (02191)). - Minsk: Ministry of Transport and Communications of the Republic of Belarus, 2012. - 89 c.

4. Maltsev, Y. A. Economic and mathematical methods of transport structures design / Y. A. Maltsev - Moscow: Publishing Center "Academy", 2010. - 320 p.

5. Emelichev, V. A. Method of constructing a sequence of plans for solving the tasks of discrete optimization / V. A. Emelichev, V. I. Komlik. - Moscow: Nauka, 1981. - 208 p.

6. Ivut, R. B. Algorithm of solving the problem of designing regional logistics infrastructure / R. B. Ivut, P. V. Popov, P. I. Lapkovskaya, N. E. Sheveleva // SCIENCE AND TECHNOLOGY. - 2021. - T 20. - № 4. - pp. 352-356.

7. Organization of road construction works / D.A. Rudenko [et al]. - Gosstroyizdat USSR, 1962. - 438 c.

8. Dinges, E.V. Economics of construction, repair and maintenance of roads: a textbook / E.V. Dinges. - M.: Academy, 2014. - 280 p.

9. Popova, I. N. The mechanism of management and optimization of the investment project using the method of network modeling / I. N. Popova, D. L. Anikina // Discussion. - 2018. - № 6. - pp. 6-16.

10. Bobrova, T. V., Dubenkov A. A. Calendar-network planning of linear objects construction in the MSProject environment / T. V. Bobrova, A. A. Dubenkov // Vestnik SibADI. - 2017. - №4-5 (56-57). - pp. 68-77.