

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 625.72(075.8)

А. В. ШИЛОВИЧ, доктор технических наук, Гомельский филиал Международного университета «МИТСО»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПРОЕКТА ДОРОГИ

Рассмотрено взаимовлияние различных факторов на стоимость строительства и эксплуатации дороги, показана эволюция методов оценки стоимости дороги, указано на отсутствие методологии оптимизации проектных решений, предложено использование критерия максимальной полезности при выборе рационального варианта проектного решения, даны рекомендации по автоматизации оценки стоимости проекта.

Развитие конкуренции во всех сферах хозяйственной и экономической деятельности является основой для отбора наиболее эффективных вариантов проектирования и строительства дорог. Здесь особую актуальность приобретает задача повышения эффективности использования инвестиций, которая может быть решена путем установления рациональных параметров строительства и содержания дорог за весь их жизненный цикл. Последний включает планирование, разработку, сооружение, поддержание и эксплуатацию дорог. Реализация любого конкретного выбора всегда базируется на технической возможности и экономической эффективности конкурентоспособных вариантов. Совокупные затраты по транспортировке являются взаимосвязанными и включают в себя три основных компонента: стоимость строительства дороги, издержки по ее содержанию, расходы по эксплуатации транспортных средств на этой дороге. Например, создание более крепкого дорожного покрытия за счет увеличения строительной стоимости позволит в последующем уменьшить его повреждения и сократить затраты по содержанию дороги и эксплуатации транспортных средств на ней. Существует большое количество вариантов сочетания элементов указанных видов затрат даже внутри одной и той же совокупной величины. Это свидетельствует о том, что решения, принимаемые на различных стадиях жизненного цикла дороги, не должны рассматриваться как изолированные. Они оказывают влияние как на предшествующие, так и на последующие этапы. Оптимальным решением на каждой отдельной стадии может считаться таковым только тогда, когда оно получено одновременно в сочетании с иными решениями на других этапах. Экономическая оценка технического выбора должна основываться на взаимодействии между избираемыми техническими решениями и связанными с ними затратами по строительству и содержанию дорог, а также эксплуатации транспортных средств. Известно большое количество исследований, которые проводились в направлении оценки стоимости строительства и содержания покрытия дорог, издержек по эксплуатации транспортных средств. Такие разработки осуществлялись для обслуживания различных целей, но лишь некоторые из них проводились для анализа выбора проектных решений. Из-за несовершенства используемых методик попытки

оценки стоимости проекта часто приводят к результату, который в разы отличается от реально произведенных впоследствии затрат, что ведет к сомнениям в верности выбора принятого решения. Поэтому возникает проблема создания более точной и автоматизированной методики оценки стоимости проекта, которая в короткий срок могла бы помочь в выборе наиболее конкурентоспособного варианта.

Первые попытки автоматизации оценки стоимости дорожного проекта относятся к 80-м годам прошлого века. Тогда Мировой Банк инициировал такие исследования в странах Карибского моря, Кении, Бразилии и Индии. Этими исследованиями удалось установить статистические взаимосвязи между различными компонентами затрат по эксплуатации подвижного состава (топливо, износ покрышек, техническое обслуживание машин и т. д.) и важнейшими характеристиками дорог (горизонтальное и вертикальное выравнивание, тип покрытия, неровности и др.). Недостатками таких исследований являлись ограниченный набор геометрии дорог, линейный характер большинства взаимосвязей между дорожными характеристиками и компонентами затрат по эксплуатации транспортных средств и т. д.

Для преодоления этих недостатков Британская лаборатория по исследованию транспорта и дорог (TRRL) продолжила такие исследования в направлении расширения возможностей разработанных моделей осуществлять оценку компонентов затрат по эксплуатации подвижного состава как функцию геометрии дороги и неровностей покрытия. Анализ большой базы данных привел к разработке новых нелинейных моделей, позволяющих предсказывать скорость транспортных средств и другие стоимостные эксплуатационные компоненты как функции от геометрических характеристик дорог и неровностей покрытия. Здесь же была разработана модель, позволяющая предсказывать поведение дорожного покрытия. В области оценки строительной стоимости было выполнено детальное исследование предсказания количества строительных работ как функции от физических особенностей местности и разработанной геометрии дороги. Все эти разработки, выполненные под руководством Watanatada, пригодны для широкого диапазона топографических, климатических и почвенных условий. Они получили название Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-3).

Модель HDM-3 создана так, что не имеет способности к оптимизации. Она обеспечивает получение вариации оценок возможных технических решений на каждой стадии жизненного цикла дороги. Количество комбинаций различных проектных решений настолько велико, что невозможно исследовать все варианты без разработки методологии оптимизации выбора наиболее эффективного решения конструкции дороги и стратегии ее содержания. Возможность оптимизации вытекает из анализа технологии создания дорог. Процесс строительства дорог представляет собой преобразование естественного топографического состояния местности в магистраль с распланированной геометрией и принятым видом дорожного покрытия. Комплекс мероприятий (этапов), вовлекаемых в этот процесс, состоит из подготовки участка строительства, земляных работ, устройства дренажа, сооружения мостов и дорожного покрытия, а также ряда других работ. Для выполнения этих работ требуется большое количество различных ресурсов – от непосредственно труда и оборудования до различных материалов и конструкций. Количество необходимых ресурсов зависит от выбранной технологии строительства или ремонта.

Таким образом, строительство дороги может рассматриваться как производственный процесс, при котором потребляются труд, различное оборудование и строительные материалы, а результатом этого производства является километраж построенных дорог. Иногда для удобства проведения анализа проект строительства дороги разбивается на отдельные этапы, упомянутые выше. В этом случае построенные километры дороги рассматриваются как итоговый результат, а завершение отдельных этапов работ – как промежуточные стадии.

С позиции экономической теории выбор параметров дороги и рациональной технологии ее строительства приводит к классической задаче потребительского выбора. Этот процесс математически может быть описан следующей формулой: $Q = f(L, E, M)$, где Q – величина итогового или промежуточного продукта; L, E, M – количество труда, оборудования и материалов, требуемых соответственно, для производства Q единиц продукта; $f(L, E, M)$ – объединяющая их функция, зависящая от выбранных параметров дороги и технологии строительства.

В реальной ситуации используется несколько типов оборудования и материалов, поэтому E и M представляют обобщающие показатели применяемого оборудования и потребляемых материалов.

В микроэкономическом понимании технология строительства отражает процесс, связывающий различные количества входных составляющих, необходимых для получения различных уровней готового продукта. Можно представить себе наиболее простую сельскую грунтовую дорогу, построенную из материалов, непосредственно находящихся на участке строительства, и потребившую только труд и оборудование в качестве дополнительной ресурсной базы. Здесь целевая функ-

ция $Q = f(L, E) \rightarrow \max$, а бюджетное ограничение $P_1L + P_2E \leq I$, при условии $L \geq 0, E \geq 0$; P_1, P_2 – рыночные цены, соответственно на использование труда и оборудования, I – средства потребителя, которые он готов истратить на строительство дороги. Действительно, можно уменьшить количество потребляемого труда L за счет использования более производительного и дорогого оборудования E . Решение задачи состоит в отыскании такого набора $A^* (L^*, E^*)$, при котором потребитель максимизирует свою функцию полезности $Q = f(L, E)$. Аналогично может быть рассмотрена и трехмерная модель, учитывающая потребленные материальные ресурсы.

Для практической реализации такой модели необходимо автоматизировать оценку стоимости строительства дороги. Здесь следует знать сумму затрат всех ресурсов, потребленных в процессе строительства. Для расчета этой величины целесообразно подразделить проект строительства на следующие этапы: подготовка участка; земляные работы; создание дорожных одежд; дренажное обустройство; строительство мостов. Затраты большинства из приведенных этапов имеют высокую чувствительность к топографии местности и геометрии дороги. Особенно высока чувствительность затрат на земляные работы к топографии и продольным уклонам, в то время как затраты на дорожные одежды в меньшей степени зависят от этих параметров, что должно учитываться при расчетах. Расчет стоимости строительства предусматривает, прежде всего, оценку объемов работ по этим этапам в натуральном измерении в соответствии с установленными конструкцией, геометрией и дорожными одеждами. Затем оценивается количество потребных ресурсов для выполнения этих объемов работ, определяются затраты по каждому этапу и рассчитывается полная стоимость.

Реализация этой модели требует разработки следующих баз данных: норм затрат труда, оборудования и материалов, необходимых для выполнения каждого из пяти перечисленных выше этапов; цен на потребляемые входные и промежуточные ресурсы и продукты.

Описанные здесь модели представляют собой инструментарий, более прогрессивный, чем тот, который используется в странах СНГ. Поэтому важной задачей, стоящей перед специалистами-дорожниками Беларуси, является дальнейшее совершенствование указанных моделей в целях разработки методологии оптимизации проектных решений дорожного строительства и ремонта.

Учитывая подобие методологии проектирования железных и автомобильных дорог, описанные выше усовершенствования могут быть с успехом использованы в развитии исследований этого направления в Беларуси.

Список литературы

1 Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-3) / T. Watanatada [et al]. – Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1987.

Получено 03.12.2013

A. V. Shilovich. The improvement of the technology of the rational choice of the road project.

Consider the mutual influence of the different factors on the road coast exploitations. Evolution of the road coast estimation methods had been shown. Propose method of the maximum useful in the project choice process.