

дороги, протяженностью 4 км, экономия достигается порядка 1,5 тыс. дол., что на один км составит 0,4 тыс. дол.

Анализ отечественного и зарубежного опыта и произведенные расчеты дают основание считать, что геосинтетические материалы являются инструментом для решения следующих задач: укрепления откосов, конусов, склонов для защиты от водной и ветровой эрозии; строительства армированных насыпей и грунтовых подпорных стен с учётом статистических и динамических воздействий; строительства дренажей нового поколения с минимальным применением природных инертных материалов; армирования монолитных слоев дорожных одежд и защиты от отражённых трещин.

Использование геосинтетики и геопластики диктует прогрессивное изменение традиционных дорожных конструкций, обеспечивая их повышенную надёжность, снижение материалоемкости, технологичность строительства, а также ремонтпригодность практически всех конструктивных элементов. Значительный эффект в дорожной практике, особенно в отечественной, достигается путём использования геосинтетики и геопластики при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах (болотах, грунтах повышенной влажности, переувлажнённых), что характерно для условий Припятского Полесья Республики Беларусь, развитию которого в последнее время уделяется большое внимание.

УДК 625.7/8

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Г. В. АХРАМЕНКО, Н. М. ЯКОВЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При проектировании конкретных автомобильных дорог, отвечающих определенным требованиям народного хозяйства (обеспечивающих соответствующие межрайонные или внутрирайонные связи, определенные требования по развитию производительных сил, освоению природных богатств), выборе их направления на отдельных локальных участках, параметров их проектирования, а также при проектировании их отдельных устройств и сооружений сравнение вариантов сводится к количественной оценке искомых величин (критерия эффективности, соответствующих значений параметров проектирования). При таком сравнении объективное решение может быть выявлено с использованием соответствующих математических методов поиска экстремальных значений.

В общем случае оптимизация проектных задач сводится к выявлению показателя (критерия оптимальности), по величине которого можно производить оценку сравниваемых вариантов. Критерий оптимальности в зависимости от характера решаемых проектных задач может быть выражен в соответствующих для этой задачи измерителях (объемах работ, трудоемкости, стоимостных показателях и т. п.). В большинстве случаев при проектировании возникает необходимость выявлять эффективность принимаемых проектных решений как в строительном, так и в эксплуатационном отношениях. Для оптимизации такого рода задач в проектной практике в качестве критерия применяются стоимостные показатели, выраженные обычно суммой приведенных строительных и эксплуатационных затрат.

Величина критерия зависит от значения переменных, отыскание которых и осуществляется при решении той или иной проектной задачи. Если функциональная зависимость между критерием и управляемыми переменными полностью выявлена, то при дискретном изменении этих переменных задачи по отысканию оптимума решаются с использованием линейного и динамического программирования. Однако в большинстве случаев при проектировании автомобильных дорог и отыскании оптимальных решений аналитически функциональная зависимость между критерием и управляемыми переменными известна не полностью и процесс нахождения оптимума связан с необходимостью производства экспериментов, так как только с помощью измерений можно расширить знания об оптимизируемой функции.

Стратегии поиска оптимального решения могут быть пассивными (простой или упорядоченный перебор) или последовательными (все последующие эксперименты зависят от результатов предше-

ствующих). Одним из существенных вопросов, от которых зависит выбор стратегии поиска и решение всей задачи на отыскание оптимума, является вопрос о числе возможных экстремумов исследуемой функциональной зависимости. В общем случае могут быть задачи с наличием одного экстремума, т. е. унимодальными и многоэкстремальными – мультимодальными.

В практике проектирования автомобильных дорог задачи с выявлением оптимального решения в функции одной управляемой переменной наиболее распространены и разнообразны. К таким задачам относятся: выбор положения трассы на локальном участке, определение величины радиуса кривой, глубины перевальной выемки, оптимальной длины тоннеля, высоты или длины эстакады и т. п. Для поиска оптимального решения может быть применен метод неупорядоченного перебора или упорядоченного. Неупорядоченный перебор приемлем для относительно небольшого числа заранее запроектированных вариантов. При наличии большого числа вариантов более целесообразен метод упорядоченного перебора.

Рассмотрим применение упорядоченного перебора к решению одной из характерных проектных задач – отыскание оптимального положения трассы в сложных условиях рельефа при большом числе фиксированных точек и при заданных параметрах проектирования. Для решения такой задачи целесообразно применить метод, предложенный д. т. н. профессором И. В. Турбиным, который подобен методу, разработанному в теории графов для отыскания кратчайшего пути от начальной до конечной вершины графа. При таком подходе фиксированные точки трассы принимаются за вершины графа, а участки между вершинами являются звеньями цепи в графе (рисунок 1).

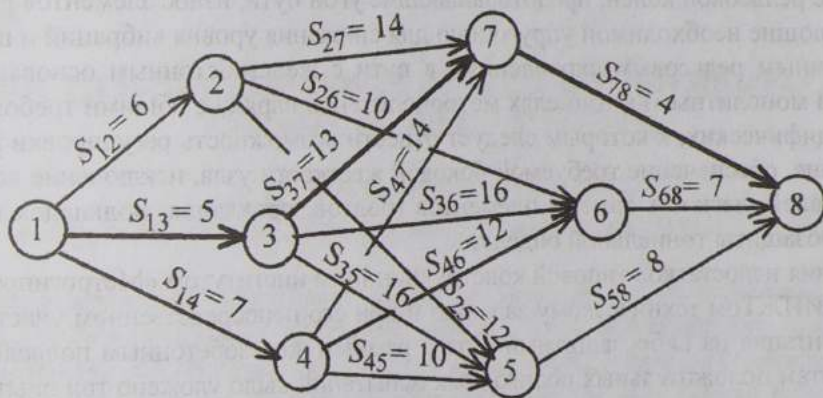


Рисунок 1 – Поиск «критического» пути

Для каждого звена определяется сумма приведенных строительных и эксплуатационных затрат по следующим формулам:

$$S_n = E_n K + C \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$S_{nn} = K + \frac{C}{E_n} = K + C T_n \rightarrow \min, \quad (2)$$

где E_n – норма дисконта; K – капитальные вложения, млн руб.; C – эксплуатационные расходы, млн руб./год; T_n – срок окупаемости, приемлемый для заказчика, лет.

Эти расходы принимаются за измеритель длины звена. Критерием оптимального решения будет минимальная сумма «длин» последовательно включаемых звеньев, обеспечивающих непрерывную цепь от начальной до конечной вершины графа.

Анализируя возможные переходы в вершину 8, устанавливаем, что в данном примере возможны три пути с критериями: $S_{14} + S_{45} + S_{58} = 7 + 10 + 8 = 25$; $S_{12} + S_{26} + S_{68} = 6 + 10 + 7 = 23$; $S_{13} + S_{37} + S_{78} = 5 + 13 + 4 = 22$. Сопоставляя эти критерии, выявляем, что наименьшим является критерий, равный 22, т. е. через вершину 7, и, следовательно, оптимальным решением в данном случае является направление трассы, прокладываемой через фиксированные точки 1 – 3 – 7 – 8.

Аналогичный метод может быть применен и для решения других проектных задач. Эффективность такого поиска оптимальных решений повышается с увеличением фиксированных точек (вершин графа) и возможных путей подхода к ним.