

УДК 656.13

## **ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Жданов В.Л., к.т.н., доцент кафедры автомобильных перевозок  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В современных глобальных экономических и геополитических условиях задача сохранения условий устойчивого развития Российской Федерации приобретает критический уровень важности. Сложность решения сформулированной задачи обусловлено необходимостью обеспечения целевых значений макропараметров развития, обладающих высокой степенью инерции на реакцию управляющих воздействий. В этом случае требуется тщательное стратегическое планирование деятельности по сохранению экономического потенциала Российской Федерации.

Статья 16 Федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ регламентирует общие положения стратегии социально-экономического развития Российской Федерации, среди которых одним из основных требований является конкретизация основных направлений, мероприятий и механизмов реализации стратегии социально-экономического развития Российской Федерации [1]. В данном контексте напрашивается применение программно-целевого метода, главное требование которого заключается в четком определении цели стратегии и интеграции всех видов деятельности для достижения сформулированной цели [2].

Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации должна базироваться, прежде всего, на развитии отраслей экономики государства, способных обеспечить качественный рост экономических показателей. Среди подобных отраслей можно выделить транспортную систему, в которой центральное место занимает автомобильный транспорт. В рамках сформулированной задачи автомобильный транспорт является «кровеносной системой» экономики государства, поскольку именно он способен обеспечить функционирование всех технологических и социальных процессов, а также удовлетворяет потребности в транспортной подвижности населения.

В свою очередь параметры функционирования любого транспортного процесса (грузового, пассажирского, поездки на личном автомобиле и т.д.) определяются состоянием системы дорожного движения, поскольку транспортное средство, выполняющее транспортный процесс, является элементом общего транспортного потока, подчиняется его законам движения, на него распространяются все ограничения, накладываемые алгоритмами управления движением. Таким образом, объектом исследования при решении проблемы устойчивого развития экономики выступает система дорожного движения.

Для успешной реализации программно-целевого метода следует воспользоваться методом построения дерева целей, когда генеральная цель подвергается декомпозиции на более мелкие конкретные подцели, что впоследствии даст возможность при формировании стратегии социально-экономического развития обосновать перечень мероприятий и механизмов её реализации, способных с учетом имеющихся ресурсов и времени обеспечить достижение наилучших результатов.

Исходя из всего вышесказанного, генеральной целью, то есть корнем и высшим уровнем ( $i=0$ ) дерева целей выступает повышение эффективности системы дорожного движения. В то же время при построении дерева целей следует воспользоваться базовым принципом декомпозиции, который сводится к тому, что при формировании перечня подцелей каждого следующего более низкого уровня ( $i=1, 2, \dots, n$ ) количество подцелей должно быть наименьшим, но их совместное достижение должно полностью обеспечить достижение подцелей более высокого уровня. Другими словами, для успешного построения дерева целей должно быть соблюдено условие полного дополнения и соподчинения всех подцелей более низких уровней.

Основываясь на сформулированном принципе декомпозиции при формировании перечня подцелей первого уровня ( $i=1$ ), прежде всего, выделяют необходимость повышения безопасности дорожного движения. Как известно, главным принципом Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы выступает приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности [3]. Кроме того, экономическая эффективность системы дорожного движения определяется уровнем транспортных заторов, снижение которого выступает второй подцелью первого уровня дерева целей. Наконец, главным отрицательным последствием функционирования автомобильного транспорта выступает высокий уровень экологической нагрузки на окружающую среду, снижение которого выступает третьей подцелью первого уровня дерева целей. Очевидно, что их совместное выполнение способно обеспечить достижение поставленной генеральной цели, то есть условие полного дополнения и соподчинения всех подцелей первого уровня соблюдено.

Процесс декомпозиции полученных подцелей первого уровня с учетом необходимости соблюдения базового условия дополнения и соподчинения приводит следующим результатам. Повышение безопасности дорожного движения в первом приближении сводится к снижению уровня аварийности. Как следствие, декомпозиция подцели повышения безопасности дорожного движения базируется на определении дорожно-транспортного происшествия (ДТП). Согласно статье 2 Федерального закона «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ под ДТП понимается событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб [4]. Таким обра-

зом, выделяются две подцели на втором уровне: снижение числа пострадавших в ДТП и снижение материального ущерба от ДТП.

Декомпозиция подцели по снижению уровня транспортных заторов базируется на необходимости уменьшения величины коэффициента загрузки путей сообщения, который определяется по выражению [5]

$$z = \frac{q_{\phi}}{q_m}, \quad (1)$$

где  $q_{\phi}$  – текущее значение интенсивности движения, авт/ч;  $q_m$  – пропускная способность путей сообщения, авт/ч.

Выражение (1) определяет две подцели снижения уровня транспортных заторов: уменьшение степени загрузки за счёт снижения интенсивности движения и увеличения пропускной способности путей сообщения.

При функционировании автотранспортной системы воздействие на окружающую среду осуществляется по двум основным каналам: загрязнение веществами и загрязнение непроизводительными потерями энергии. Это позволяет провести декомпозицию подцели по снижению уровня экологической нагрузки на окружающую среду путем выделения двух подцелей второго уровня: снижение ингредиентного загрязнения и снижение энергетического загрязнения окружающей среды. Анализ всех полученных подцелей второго уровня ( $i=2$ ) показывает соблюдение условия полного дополнения и соподчинения на данном уровне.

Для реализации программно-целевого подхода требуется планирование деятельности по достижению генеральной цели с учетом рационального использования имеющихся ресурсов на основе состоятельности и альтернативности полученных при построении дерева целей вариантов. Для грамотного использования имеющихся ресурсов и получения максимального эффекта требуется решение задачи обоснования значимости, так называемого «веса» подцелей низкого уровня для достижения определяющих их по принципу соподчинения подцели более высокого уровня. Решение сформулированной задачи даёт основу для количественного анализа полученных вариантов достижения генеральной цели, а, следовательно, более аргументированному планированию использования имеющихся ресурсов.

Для аргументации «веса» по степени значимости каждой подцели были совместно использованы экспертные методы оценки и метод математического моделирования поведения целевой функции. В свою очередь экспертные методы оценки сводятся к априорному ранжированию и методу Дельфи. В качестве целевой функции выступают общие потери части национального дохода государства от низкой эффективности системы дорожного движения. При этом для соблюдения условия полного дополнения и соподчинения очевидно, что для каждой подцели сумма «весов» всех соподчинённых ей подцелей должна составлять 1,0.

Анализ имеющийся информации по величине общих потерь вследствие низкой эффективности системы дорожного движения на основе поведения

целевой функции показал, что наибольший «вес» в подцелях первого уровня имеет подцель повышения безопасности дорожного движения. Достаточно высокий уровень погибших в ДТП (около 14 тыс. человек в 2022 году) приводит к тому, что около 65% всех потерь государства в автотранспортной системе приходится на аварийность. Тогда «вес» данной подцели составляет 0,65. Метод моделирования целевой функции показал, что потери вследствие негативного влияния транспортных заторов на эффективность транспортного процесса составляет примерно 20% («вес» подцели 0,20), а вследствие загрязнения окружающей среды около 15% («вес» подцели 0,15). Сумма полученных «весов» всех подцелей первого уровня составляет 1,0, условие полного дополнения и соподчинения выполняется.

Решение задачи определения «веса» каждой подцели на втором уровне ( $i=2$ ) на основе поведения целевой функции привел к следующим результатам. В составе подцели повышения безопасности дорожного движения: снижение числа пострадавших – «вес» подцели 0,85; снижение материального ущерба от ДТП – «вес» подцели 0,15 (сумма всех «весов» 1,0).

В составе подцели снижения уровня транспортных заторов: уменьшение степени загрузки путей сообщения – «вес» подцели 0,60; увеличения пропускной способности путей сообщения – «вес» подцели 0,40 (сумма всех «весов» 1,0).

В составе подцели снижения уровня экологической нагрузки на окружающую среду: снижение ингредиентного загрязнения окружающей среды – «вес» подцели 0,50; снижение энергетического загрязнения окружающей среды – «вес» подцели 0,50 (сумма всех «весов» 1,0).

Все проведённые выше исследования позволяют построить дерево целей с указанием «веса» каждой подцели. Для его графического представления требуются условные обозначения каждой подцели, где верхний индекс показывает уровень дерева целей, а нижний индекс – порядковый номер подцели в составе подцели более высокого уровня. В этом случае получают следующие результаты:

$C_0^0$  – повышение эффективности дорожного движения (генеральная цель, то есть корень дерева целей);

$C_{01}^1$  – повышение безопасности дорожного движения;

$C_{02}^1$  – снижение уровня транспортных заторов;

$C_{03}^1$  – снижение уровня экологической нагрузки на окружающую среду;

$C_{011}^2$  – снижение числа пострадавших в ДТП;

$C_{012}^2$  – снижение материального ущерба от ДТП;

$C_{021}^2$  – уменьшение степени загрузки путей сообщения;

$C_{022}^2$  – увеличения пропускной способности путей сообщения;

$C_{031}^2$  – снижение ингредиентного загрязнения окружающей среды;

$\zeta_{032}^2$  – снижение энергетического загрязнения окружающей среды.

При обозначении «веса» подцели верхний индекс показывает уровень соподчинения данной подцели, а нижний индекс – порядковый номер подцели на своем уровне дерева целей.

Графическое представление полученного дерева целей с учётом введённых обозначений приведено на рис.1.

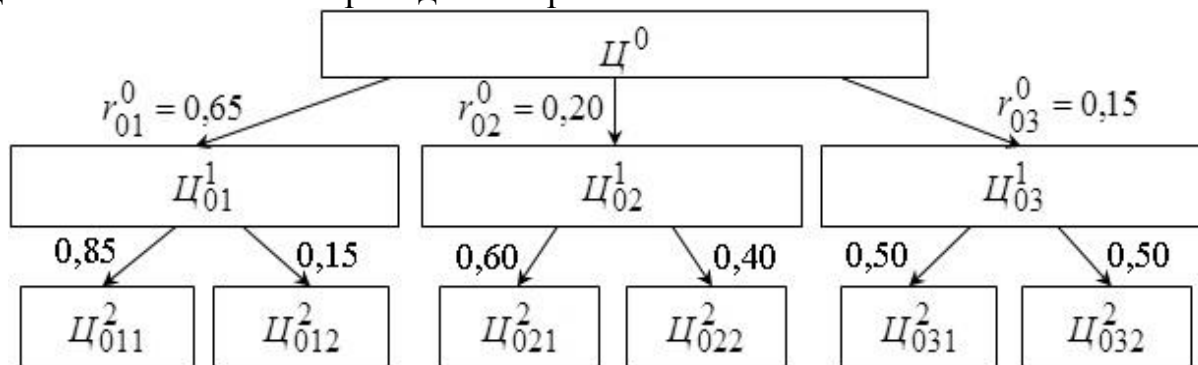


Рис. 1. Дерево целей повышения безопасности дорожного движения

Полученное на рис. 1 дерево целей даёт принципиальную основу для программно-целевого метода, поскольку позволяет провести ранжирование всех выделенных подцелей низкого уровня по критерию их вклада в достижение генеральной цели. Для этого следует построить цепочки влияния подцелей низшего уровня, поднимаясь последовательно через каждый более высокий уровень до генеральной цели. Умножая все «веса» в полученно цепочки влияния находят вклад данной подцели в достижение генеральной цели.

Используя данные рис. 1 получают следующий вклад для каждой подцели низшего уровня ( $i=2$ ):

- подцель  $\zeta_{011}^2$  – вклад в достижение генеральной цели 0,5525;
- подцель  $\zeta_{012}^2$  – вклад в достижение генеральной цели 0,0975;
- подцель  $\zeta_{021}^2$  – вклад в достижение генеральной цели 0,1200;
- подцель  $\zeta_{022}^2$  – вклад в достижение генеральной цели 0,0800;
- подцель  $\zeta_{031}^2$  – вклад в достижение генеральной цели 0,0750;
- подцель  $\zeta_{032}^2$  – вклад в достижение генеральной цели 0,0750.

Очевидно, что максимальный вклад в достижение генеральной цели имеет подцель  $\zeta_{011}^2$ , связанная с уменьшением числа пострадавших в ДТП. Следовательно, при планировании мероприятий данная подцель имеет максимальный потенциал по достижению генеральной цели, связанной с повышением эффективности системы дорожного движения.

В то же самое время реализация программно-целевого метода предполагает учет рационального использования ресурсов различного вида (экономических, трудовых, временных и т.д.). В данном контексте подцель  $\zeta_{011}^2$ , обладающая максимальным вкладом в генеральную цель, требует очень су-

ществленных экономических и временных ресурсов [3]. Подцель  $C_{021}^2$  обладает достаточно весомым вкладом в генеральную цель 0,12, но может быть опятаивно реализовано с гораздо меньшими затратами экономических ресурсов. Поэтому при программно-целевом методе, увязывающем генеральную цель с необходимым количеством и видами ресурсов для её достижения в течение заданного периода времени, наиболее предпочтительной может оказаться подцель с меньшим вкладом.

Стоит отметить, что увеличение уровней в дереве целей (в данном случае  $i=3,4,\dots,n$ ) и дальнейшая декомпозиция подцелей способствует более детальному определению вклада элементарных подцелей в генеральную цель. Это облегчает поиск оптимального решения при программно-целевом методе, но увеличивает трудоёмкость процесса построения дерева целей и определения «веса» каждой элементарной подцели, поскольку их количество растёт в геометрической прогрессии. Поэтому направлением дальнейших исследований в этой области выступает декомпозиция подцелей на третьем уровне и обоснования «веса» каждой выделенной подцели на основе методов экспертной оценки и математического моделирования поведения целевой функции.

### Список литературы:

1. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ [Текст : электронный]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164841/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/) (дата обращения 25.03.2023).
2. Миротин, Л.Б. Управление социально-техническими системами [Текст : непосредственный]: учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования // Л.Б. Миротин, А.К. покровский, А.Г. Неграсов. – Москва: Издательский центр «Академия», 2014. – 208 с.
3. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы [Текст : электронный]. – URL: <https://rg.ru/documents/2018/01/24/strategiya-site-dok.html/> (дата обращения 25.03.2023).
4. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ. [Текст : электронный] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8585/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/) (дата обращения 25.03.2023).
5. Косолапов, А.В. Выбор индикаторов состояния дорожного движения для прогнозирования транспортных заторов [Текст : непосредственный] / А.В. Косолапов, С.А. Асанов // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства : Материалы международной научно-практической конференции, 07-08 апреля 2016 г., г. Красноярск. – Красноярск, 2016. – С. 618-626.