

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)



Э.В. ДИНГЕС, С.А. ГУЖОВ

**ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ДОРОЖНОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ В СЛОЖНЫХ КОНЪЮНКТУРНЫХ  
УСЛОВИЯХ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

МОСКОВСКИЙ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

Э.В. ДИНГЕС, С.А. ГУЖОВ

ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ДОРОЖНОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ В СЛОЖНЫХ КОНЪЮНКТУРНЫХ  
УСЛОВИЯХ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Утверждено  
в качестве учебного пособия  
редсоветом МАДИ

МОСКВА  
МАДИ  
2013

УДК 625.7/.8:334.7-047.74

ББК 65.373.2

Д 466

Рецензенты:

проф. кафедры «Финансы» Московского автомобильно - дорож-  
ного государственного технического университета (МАДИ), д-р  
экон. наук Е.Ф. Тихомиров, проф. Московской международной  
школы бизнеса "Мирбис", д-р экон. наук Е.А. Жуков

**Дингес, Э.В.**

Д 466 Оптимальное планирование производственной про-  
граммы дорожной организации в сложных конъюнктурных условиях:  
учеб. пособие /Э.В. Дингес, С.А. Гужов. – М.:МАДИ, 2013. – 96 с.

В учебном пособии рассматриваются основные принципы, мо-  
дели и методы формирования портфеля заказов и оптимального  
планирования программы дорожной организации в рыночных усло-  
виях хозяйствования.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся  
по направлению подготовки бакалавров 080100 «Экономика», а так-  
же может быть использовано студентами инженерных специаль-  
ностей при курсовом и дипломном проектировании.

© МАДИ, 2013

## Введение

Необходимым условием обеспечения рентабельной деятельности дорожных организаций в рыночных условиях хозяйствования является оптимальное планирование их производственных программ, в общем случае предусматривающее создание наиболее благоприятных условий для формирования портфелей заказов предприятий на дорожные услуги и максимальное использование их материальных, трудовых и денежных ресурсов.

Вместе с тем до настоящего времени, как показал выполненный анализ, используемые на практике механизмы планирования производственной деятельности дорожных организаций не позволяют достаточно эффективно решать указанные задачи, что обусловлено целым рядом как объективных, так и субъективных причин.

К наиболее важным объективным (не зависящим от деятельности дорожных организаций) причинам следует отнести:

- существенное превышение предложения дорожных услуг над спросом на эти услуги, обусловленное постоянным снижением объемов финансирования строительства и ремонта автомобильных дорог;
- отсутствие обоснованной системы государственных критериев для выбора победителей подрядных торгов в условиях наличия в дорожном хозяйстве государственных и негосударственных предприятий, а также дорожных организаций малого, среднего и крупного бизнеса;
- невысокий уровень рентабельности большинства дорожных организаций и низкую их техническую оснащенность, в значительной степени ограничивающую возможность использования прогрессивных технологий производства работ и скоростных методов строительства и ремонта дорожных сооружений.

К субъективным причинам следует отнести:

- отсутствие каких-либо методических разработок по выбору рациональных стратегий поведения дорожных организаций на торгах;

- недоиспользование современных экономико-математических средств и компьютерного моделирования при планировании их производственной деятельности;
- недоучет факторов неопределенности и риска при планировании производственной деятельности предприятий.

Необходимость устранения указанных недостатков (в первую очередь субъективного характера) определяет необходимость использования в практической деятельности дорожных организаций научно обоснованных методов формирования портфелей заказов и оптимизации производственных программ, рассмотрению которых и посвящено данное учебное пособие.

## **1. РОЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ДОРОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОГО ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

Производственная программа в современных условиях хозяйствования является главной частью перспективного и текущего планирования деятельности предприятия, что определяется ее следующими основными характеристиками.

1. Она определяет объемы выполнения работ и выпуска продукции подсобных предприятий дорожных организаций по объемам, номенклатуре и качеству в натуральном и стоимостном выражении, что является необходимым для разработки всех других разделов производственно - финансового плана дорожной организации.

2. Производственная программа отражает производственно-хозяйственные и клиентские связи с другими предприятиями и организациями, как правило, сформированные на основе договорных обязательств с ее контрагентами, требующих безусловного выполнения.

3. Производственная программа характеризует профиль и уровень специализации и кооперирования производства, основные задачи и основные направления деятельности предприятия в плановом периоде.

4. Производственная программа определяет условия финансовой деятельности дорожной организации в плановом периоде и, следовательно, условия ее дальнейшего развития и финансовой состоятельности, а также уровень материального благосостояния работников предприятия.

5. Производственная программа характеризует платежеспособный спрос на продукцию (услуги) предприятия, а также масштабы всех ее видов деятельности, производственную мощность предприятия, которые в совокупности с результатами его функционирования являются как бы паспортом предприятия.

Производственная программа, с одной стороны, составляет

базу для планирования всех видов производственной, хозяйственной и финансовой деятельности дорожной организации, поскольку в ней закладываются размеры и пропорции требуемого ресурсного и финансового обеспечения ее функционирования в плановом периоде, а с другой стороны, является производной от ресурсного и финансового потенциала предприятия и эффективности его использования в конкретных производственных ситуациях.

Такое двойственное предназначение производственной программы в обеспечении нормальных условий функционирования дорожных предприятий обуславливает необходимость ее оптимизации, под которой следует понимать ее последовательное улучшение по заданному критерию в соответствии с быстроизменяющимися рыночными условиями деятельности дорожных организаций. Между тем до настоящего времени далеко не все руководители дорожных организаций ясно осознают суть такого оптимизационного процесса, полагая, что формирование производственной программы зависит только от конъюнктурных факторов, которые складываются вне зависимости от их воли и желания на рынках тех или иных дорожных услуг. В результате ими допускаются ряд характерных ошибок.

#### Ошибка № 1- Игнорирование альтернативных путей использования экономических ресурсов предприятия

Предприятия дорожного хозяйства обладают уникальными по своему составу средствами труда и кадрами специалистов, способными выполнять практически любые сложные строительные работы в трудных производственных условиях. Это обусловлено двумя обстоятельствами.

Во-первых, наличием в машинном парке дорожных организаций, наряду со специальными и специализированными машинами и строительной техникой (подъемной, землеройной, транспортной, сваебойной) общего назначения, которая может быть использована для выполнения строительных и ремонтных работ не только в транспортном, но и в других видах строительного производства (гражданском, промышленном, гидротехническом, сельскохозяйственном и т.л.).

Во-вторых, рабочие и инженерные кадры дорожного хозяйства – это люди высокой квалификации и профессионализма, привыкшие адаптироваться к постоянно меняющимся производственным ситуациям в разных природно-климатических условиях и имеющие высокий творческий потенциал для решения сложных технических задач.

Изложенное свидетельствует о том, что отдельные бригады, звенья и специализированные отряды дорожных организаций при недостаточной загрузке их производственных мощностей в своей отрасли могут быть востребованы на приемлемых для них условиях в других сферах строительного производства, так как их конкурентоспособность, благодаря опыту, навыкам и творческим качествам входящих в эти подразделения специалистов, является достаточно высокой.

Таким образом, у большинства дорожных организаций всегда существуют определенные альтернативы выбора наилучшего использования своих ресурсов в сложных конъюнктурных обстоятельствах, которые априори (без проведения надлежащего технико-экономического анализа), разумеется, нельзя отбрасывать.

Ошибка № 2 – Недоучет факторов риска и неопределенности при формировании производственной программы предприятия

В настоящее время при формировании своих производственных программ дорожные организации применяют в основном детерминированные оценки как потенциально возможных объемов и стоимости работ, так и используемых для их определения удельных затрат отдельных видов материальных, трудовых и денежных ресурсов. Между тем, очевидно, что даже при наличии полностью сформированного портфеля заказов к началу планового периода (что, кстати, бывает нечасто) только по условиям их несвоевременного финансирования могут иметь место существенные изменения в указанных показателях, например, связанных с увеличением продолжительности строительства или ремонта дорожных сооружений, сдвигами в сроках их начала или окончания, изменениями в номенклатуре, структуре и материально-техническом обеспечении выполняемых работ. К этому следует добавить существенное влияние на условия деятельности дорожных организаций сезонности работ,



техногенных и природно-климатических факторов.

Необходимость обязательного учета факторов риска и неопределенности при формировании производственной программы предприятия в дорожном хозяйстве может быть показана на следующем простом примере. Предположим, что дорожная организация в результате выигранных торгов получила государственные заказы на строительство двух объектов, которые обеспечивают практически полную загрузку ее производственных мощностей в течение планового года. По расчетам планового отдела предприятия (без учета финансовых рисков) выполнение работ на первом объекте позволит получить чистую прибыль в размере 10 млн. руб., а на втором - в размере 5 млн. руб., т.е. суммарная плановая прибыль предприятия должна составить 15 млн. руб.

Если положить в основу разработки годового плана деятельности (стройфинплана) такой детерминированный расчет, то может показаться, что эффективная (рентабельная работа предприятия) на протяжении всего рассматриваемого планового периода обеспечена, и поэтому никаких дополнительных усилий по поиску дополнительных сфер ее деятельности прилагать не нужно.

Но на самом деле это может оказаться не так. Если существует даже относительно небольшая вероятность того, что финансирование работ по каждому из объектов может начаться на несколько месяцев позже запланированного, то, скорее всего, рентабельной работы предприятия в плановом периоде уже ожидать нельзя. Допустим такую ситуацию, что из-за невыполнения работ в срок по причине несвоевременного финансирования предприятие имеет убыток по первому объекту, равный 50, а по второму - 10 млн. руб. Вероятность задержки финансирования на 3 месяца составляет для первого объекта 0,2, а для второго объекта - 0,3. Несложные расчеты показывают, что в этом случае ожидаемая плановая прибыль дорожной организации будет равна:

по первому объекту  $[(10 \times 0,8) + (-50 \times 0,2)] = -2$  млн. руб.;

по второму объекту  $[(5 \times 0,7) + (-10 \times 0,3)] = 0,5$  млн. руб.

В результате предприятие по итогам планового года может стать

нерентабельным с величиной ожидаемого убытка в размере 1,5 млн. руб. Отсюда вытекает необходимость уже на стадии разработки производственной программы принимать меры по недопущению такого рода ситуаций, а это в свою очередь может оказаться возможным только при учете факторов риска и неопределенности.

### Ошибка № 3 – Недостаточное внимание к развитию на предприятии компьютерных технологий планирования и оптимизации производственных программ на предприятии

Большинство из перечисленных выше недостатков в разработке производственных планов дорожных организаций во многом как раз обусловлены этой характерной ошибкой их руководящего состава. При этом довольно часто имеет место парадоксальная ситуация, когда на предприятии имеется целая сеть взаимосвязанных между собой компьютеров, установленных во всех его функциональных отделах (т.е. участники разработки стройфинплана имеют возможность обмениваться всей необходимой информацией между собой), а его многовариантная переработка с последующей оптимизацией для получения наиболее обоснованных плановых решений не производится.

Более того, в ряде достаточно крупных дорожных организаций (в которых до настоящего времени вопросам компьютерного моделирования производственных программ не уделяется никакого внимания) начинают создаваться фирменные нормативные базы, предусматривающие, как правило, планирование оптимального использования всех видов материальных, трудовых и денежных ресурсов в зависимости от условий выполнения дорожных работ [10]. В связи с этим возникает закономерный вопрос, почему вопросами рационального использования ресурсов предприятий надо заниматься «снизу», когда виды работ уже определены, а не «сверху», когда обоснование видов, объемов и последовательности выполнения работ, осуществляемых дорожной организацией собственными силами, производится исходя из требований оптимального использования их ресурсов.

Как показал анализ деятельности ряда дорожных организаций, причины таких парадоксов заключаются в недостаточной экономической работе на предприятиях, которая ориентируется в основном на

совершенствование сметных расчетов и методов определения планово-расчетных цен на используемые ресурсы. Безусловно, такая экономическая работа на предприятии очень нужна и не менее важна, чем любая другая, но она отнюдь не исключает необходимости решения и более сложных экономических проблем, связанных с формированием портфеля заказов и производственной программы дорожной организации, от которых, как было показано выше, в конечном счете, зависит и ее производственная и финансовая состоятельность. Другое дело, что эти проблемы не имеют простых и широко апробированных решений. Однако и этими проблемами надо начинать заниматься, особенно учитывая все более растущую конкуренцию на рынке дорожных услуг.

В качестве одного из первоочередных шагов к началу такой работы экономистами рекомендуется установление постоянных аналитических взаимосвязей между всеми потенциальными участниками разработки производственной программы, которые должны осуществляться в рамках, требуемых для ее оптимального планирования и информационного обмена между отдельными функциональными подразделениями дорожных организаций. Для этого основными участниками разработки производственной программы обязательно должны быть помимо планового отдела и отдела маркетинга, основные функции которых и заключаются в ее формировании, и все ресурсообеспечивающие структуры управления дорожной организацией, а именно отделы материально-технического снабжения, механизации, труда и заработной платы и финансовый отдел.

Но для активного участия указанных функциональных отделов в разработке производственной программы она должна осуществляться не только в стоимостных показателях, как это нередко делается сейчас, но и в натуральных показателях, характеризующих укрупненную номенклатуру и объемы работ по строительству или реконструкции сооружений и потребность в видах (в первую очередь в дефицитных) материальных и трудовых ресурсов. При этом следует особое внимание всех руководителей функциональных подразделений акцентировать на том, что без наличия системы взаимосвязанных натуральных показателей деятельности предприятия невозможно проведение сколько-

нибудь результативной работы по совершенствованию их производственной деятельности и в том числе по формированию оптимальных производственных программ.

Ошибка № 4 - Отсутствие многовариантного подхода к определению схем финансирования производственных программ

В условиях финансово-экономического кризиса, последствия которого в России даже, по мнению президента страны и правительственных чиновников, будут иметь место достаточно продолжительный период времени, особое внимание должно быть обращено на рассмотрение альтернативных вариантов финансирования строительства и ремонта дорожных сооружений. Это связано, наряду с планируемым в ближайшей перспективе сокращением инвестиционных программ в дорожное хозяйство, с получившими уже хронический характер задержками и нерегулярностью в государственном финансировании строительства и ремонта дорожных сооружений.

На практике нередко возникают ситуации, когда государственные органы управления дорожным хозяйством (заказчики дорожных услуг) предлагают подрядным организациям по уже заключенным контрактам начинать строительство или ремонт сооружений за счет собственных или привлекаемых на заемной основе источников финансирования. При этом продолжительность задержек в государственном финансировании таких объектов может достигать до 6 месяцев и более. Разумеется, никаких договорных санкций за такие задержки государственные заказчики не несут, и поэтому дополнительные финансовые издержки на реализацию заключенных государственных контрактов на выполнение строительных или ремонтных работ дорожным организациям не компенсируются.

Естественно, что в связи с потенциальной возможностью возникновения таких ситуаций предприятия должны быть к ним готовы. А для этого при формировании производственной программы должны быть предусмотрены меры по альтернативным источникам или условиям финансирования включаемых в нее отдельных дорожных сооружений. Такие меры могут иметь разный характер: от использования займов или собственных резервов денежных средств (что могут себе позво-

лить только крупные корпорации) до изменений объемов и сроков выполнения строительных и ремонтных работ на отдельных объектах, которые могут обеспечить более равномерное финансирование производственной деятельности дорожной организации.

Ошибка № 5 - Недостаточная методическая и психологическая подготовка дорожных организаций к проводимым в отрасли конкурсным торгам на предоставление дорожных услуг

Истоки этой ошибки предопределены субъективными условиями формирования портфеля заказов предприятий в дорожном хозяйстве, детально рассмотреть которые целесообразно в следующей главе данной работы.

### Контрольные вопросы

1. Что представляет собой производственная программа дорожной организации в современных условиях хозяйствования?
2. Какие ошибки допускаются при разработке производственной программы?
3. Почему надо учитывать факторы неопределенности и риска при формировании производственной программы?
4. Почему необходим многовариантный подход к определению источников финансирования производственной программы?

## 2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ ДОРОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

### 2.1. Принципы совершенствования системы подрядных торгов и условий формирования портфеля заказов дорожной организации

В настоящее время обеспечение наиболее благоприятных и равных условий формирования портфеля заказов для дорожных организаций требует радикального совершенствования существующей системы проведения подрядных торгов, а также порядка и правил участия в них предприятий.

Решение этой задачи, как показывает анализ зарубежного опыта, должно базироваться на ряде принципиальных положений, составляющих концептуальную основу поведения как для организующих тендерные торги и отвечающих за их эффективное проведение государственных заказчиков, так и для принимающих в них посильное участие подрядных дорожных организаций (табл.1).

Таблица 1

Принципы совершенствования системы торгов и условий  
формирования портфеля заказов

Основные принципы:	
<i>Совершенствование системы торгов</i>	<i>Участие в них дорожного предприятия</i>
1	2
1.Обеспечение равных возможностей для всех конкурентов вне зависимости от их организационно-правовой формы	1.Предварительное изучение рынка дорожных услуг и потенциальных возможных конкурентов по всей системе оценочных показателей.
2.Ознакомление всех претендентов с принятыми методами проведения результатов торгов.	2.Обязательная количественная оценка целесообразности участия в торгах.
3.Гибкая система оценочных показателей в зависимости от предмета торгов.	3.Определение возможных стратегий своего поведения на конкурсных и аукционных торгах в сопоставлении с гипотетическими стратегиями поведения конкурентов.
4.Исключение возможности установления демпинговых цен.	

Продолжение табл. 1

1	2
5.Исключение из числа конкурентов претендентов, не обладающих требуемым профессиональным уровнем для выполнения контрактных обязательств.	4.Использование не интуитивных, а расчетных (алгоритмических) методов выбора наиболее рациональных стратегий поведения в конкурсных торгах.
6.Гласность в подведении итогов выбора победителя торгов по всей системе принятых показателей.	5.Обязательный анализ итогов торгов вне зависимости от их результата.

Безусловно, главным принципом любой системы торгов должно стать обеспечение государственным заказчиком равных возможностей участия в них для всех потенциальных конкурентов вне зависимости от их организационно-правовой формы. Здесь в первую очередь имеется в виду исключение любых дискриминационных действий по отношению к негосударственным подрядчикам, если они принимают участие в тендерах наряду с государственными предприятиями. Не привилегий при проведении торгов крупные дорожные компании по сравнению со средними или малыми предприятиями, если предметом торгов являются объемы дорожных работ на объектах, не превышающих их производственную мощность.

Необходимым условием повышения объективности торгов и исключения конфликтных ситуаций является ознакомление всех претендентов с принятыми методами их проведения. Это означает, что каждая организация, участвующая в торгах, должна четко представлять:

- 1) по каким именно конкурсным показателям осуществляется тендер;
- 2) какие балльные шкалы используются экспертными комиссиями при их оценке;
- 3) какую значимость (удельный вес) имеет каждый показатель в их общей совокупности.

Не менее важным для объективной оценки результатов торгов по отдельным видам воспроизводства является использование не

единой для всех них, а дифференцированной (скорректированной с учетом конкретных условий осуществления каждого вида воспроизводства) системы конкурсных показателей. При этом значимость каждого показателя, входящего в эту систему, может также меняться при переходе от одного вида воспроизводства к другому. Например, основным конкурсным показателем по значимости при строительстве моста, как правило, является стоимость, а при его ремонте, может быть, - срок реализации контракта, особенно в случаях перекрытия большей части сооружения для проезда транспорта.

Кроме того, в законодательных актах, регламентирующих проведение тендеров на дорожные услуги, представляется целесообразным внесение ряда изменений в порядок составления и оценки конкурсных предложений претендентов.

Эти изменения в первую очередь должны касаться расширения количества критериев оценки претендентов, круг которых в Федеральном законе ФЗ-94 (до внесения в него изменений [19]) был ограничен только четырьмя показателями: ценой контракта, качеством работ, сроками выполнения работ и сроками предоставления гарантий качества работ.

Как показал опыт проведения торгов по конкурсной системе, для более объективной оценки претендентов к этим критериям необходимо добавить еще четыре, характеризующих:

- возможности применения инновационных технологий при реализации контракта;
- опыт работы в данной области (как минимум в течение одного года);
- финансовые возможности исполнителя выполнить взятые на себя обязательства в заданные сроки;
- технические возможности исполнителя выполнить взятые на себя обязательства.

Целесообразность широкого применения на практике указанных дополнительных показателей деятельности претендентов обусловлена следующими причинами.



Во-первых, они позволяют ограничить выход на конкурсные торги тех фирм, которые, хотя и обладают требуемыми финансовыми возможностями, но не имеют достаточного опыта работы и соответствующих ресурсов для реализации предмета контракта.

Во-вторых, они дают возможность при выборе победителя торгов оценивать техническую оснащенность строительной организации, так как при отсутствии в ней необходимых специальных машин и оборудования невозможно выполнить в установленные сроки и с заданным качеством целый ряд специализированных дорожных работ.

Предположим, что на конкурс представлена документация на сооружение большого мостового перехода, для строительства которого, как правило, наряду с общестроительной используется и специальная техника. Например, устройство свайного основания опор этого перехода должно осуществляться с помощью буронабивных агрегатов типа Bauer BG-25, а при установке пролетных строений должен использоваться кран типа LIEBHERR LTM 1220-5.2 грузоподъемностью до 200 т.

Вполне естественно, что фирма, не обладающая такой специальной техникой, не может достаточно точно определить временные и денежные затраты, необходимые для строительства объекта, и поэтому предлагаемая ею цена контракта имеет слабую обоснованность.

В-третьих, с использованием предлагаемого критерия финансовых возможностей претендента государственный заказчик может оценить, имеет ли подрядная организация достаточную финансовую устойчивость, чтобы в случае наступления рискованных ситуаций завершить строительные-монтажные работы и сдать объект в эксплуатацию в установленные сроки.

Из числа предлагаемых критериев следует особо выделить критерий-требование к претенденту о применении в случае получения контракта инновационных технологий при осуществлении строительства дорожных сооружений. Этот критерий должен способствовать переходу к новым прогрессивным технологиям ведения работ, применению новых материалов с улучшенными физическими

свойствами, а также к тесному взаимодействию научно-исследовательских институтов с проектными и строительными организациями, которое должно способствовать всемерному внедрению результатов научно-технического прогресса в дорожном хозяйстве.

Наряду с увеличением количества критериев оценки претендентов на получение государственных заказов на дорожные работы, целесообразно изменить и порядок информации конкурирующих дорожных организаций об их коэффициентах весомости (значимости). По мнению авторов, присвоенные коэффициенты весомости указанных критериев должны сообщаться претендентам не заранее, а только в момент рассмотрения конкурсных заявок. Это позволило бы исключить ситуации, при которых подрядные организации стремятся ориентироваться только на отдельные (наиболее весомые) критерии получения заказа в ущерб всем другим обязательным требованиям и тем самым сконцентрировать внимание подрядных организаций на обеспечении выполнения всей совокупности критериев при подготовке конкурсного предложения.

В законодательном акте, регламентирующем проведение конкурса на строительные услуги, должен быть также описан порядок и условия предоставления проектно-сметной документации участникам конкурса в зависимости от количества стадий проектирования.

Это обусловлено тем, что степень обоснованности заявляемой претендентом цены контракта во многом зависит от степени проработки проектно-сметной документации, которая, безусловно, является различной при одно- и двухстадийном проектировании.

Так, при одностадийном проектировании (при подготовке рабочего проекта) составляется полный комплект документов, в котором окончательно определены объемы и стоимость строительства с учетом методов производства работ. Изменения проектных решений на этой стадии могут осуществляться только непосредственно в ходе строительства и только в связи с выявленными в процессе выполнения работ ошибками проектных организаций.

Анализируя такую проектно-сметную документацию по объектам своей производственной программы, подрядная организация

может определить достаточно четко те риски, с которыми она может столкнуться в процессе осуществления строительства.

При двухстадийном проектировании заказчик предоставляет документы на конкурс на стадии «Проект», в которых весьма укрупненно определены объемы работ и стоимость строительства. В связи с этим риск установления подрядной организацией недостаточно обоснованной цены контракта в этом случае значительно возрастает.

Отсюда следует необходимость более детальной проработки вопросов установления цены контракта при двухстадийном проектировании объектов торгов, которая может быть осуществлена, как показывает зарубежная практика [15], при условии создания проектно-строительных консорциумов.

В проектно-строительном консорциуме политика проектирования строительства объектов направлена на привязку любых проектных решений к условиям работы конкретной дорожной организации с учетом имеющихся в ней материально-технических и трудовых ресурсов и применяемых технологий производства работ, что позволяет существенно повысить обоснованность определения заявочных цен на выполнение контрактных работ как при одностадийном, так и при двухстадийном проектировании.

Важным принципом совершенствования любой системы торгов является прекращение практики установления демпинговых цен, которые особенно часто используются крупными корпорациями на аукционных торгах. Это обусловлено не только необходимостью соблюдения требования обеспечения равной состязательности для всех участников торгов, но и тем, что частным следствием таких цен является резкое снижение качества строительства или ремонта объектов (за счет применения некондиционных материалов, передачи части работ на выполнение менее квалифицированным, но и зато более низко оплачиваемыми инженерно-техническими и рабочими кадрами). В связи с этим представляется целесообразным, чтобы любое предлагаемое претендентом снижение стоимости строительства или ремонта дорожного сооружения более чем на 10% по сравнению со стартовой ценой должно быть обосновано им

посредством специального технико-экономического расчета.

Наконец, недопустимым является включение в число конкурентов на получение государственных заказов претендентов, не обладающих требуемым профессиональным уровнем для выполнения контрактных обязательств. К сожалению, в дорожном хозяйстве такие случаи не единичны, особенно при проведении торгов на выполнение проектных и научно-исследовательских работ, что дискредитирует саму идею справедливой состязательности в дорожном хозяйстве и приносит огромный вред из-за низкого качества их выполнения.

Обязательным принципом совершенствования системы конкурсных торгов должно стать обеспечение гласности в подведении итогов выбора их победителя по всей системе принятых показателей. Здесь имеется в виду то, что любой конкурент должен иметь возможность убедиться в том, что конкурсная комиссия приняла верное решение, что нет никакой подтасовки заявленных показателей или результатов подсчета итоговой величины баллов, поскольку в противном случае проигравшие торги всегда могут утверждать, что они проводились не честно.

Наряду с указанными принципами большое значение для улучшения условий формирования портфелей заказов дорожных организаций имеет и соблюдение ими ряда концептуальных положений при участии в конкурсных торгах (см. табл. 1).

Первое из них предусматривает предварительное изучение рынка дорожных услуг и потенциально возможных конкурентов по всей системе оценочных показателей. Дело в том, что самая большая ошибка, которую часто делают многие участники торгов, заключается в том, что они априори считают, что результаты проведения торгов от них не зависят. Такая политика бездействия при формировании портфелей заказов дорожных организаций обычно и приводит к различного рода злоупотреблениям, поскольку не очень честным конкурентам с такими пассивными претендентами справиться гораздо проще, чем с активно участвующими в процессе подготовки к торгам. В связи с этим любой конкурент должен обязательно изучать сильные и слабые стороны своих предполагаемых или явных

противников на торгах, для последующего их учета при составлении конкурсных заявок.

Тщательный анализ рынка дорожных услуг и потенциальных конкурентов необходим также и для оценки целесообразности участия в торгах, так как для этого в ряде случаев могут потребоваться существенные расходы. Понятно, что в том случае, если шансы стать победителем торгов у дорожной организации невелики, то нет никакого смысла и участвовать в них. Однако определять шансы на победу надо не интуитивно, а взвешивая на основе количественных оценок преимущества и недостатки свои и своих конкурентов.

Необходимость участия дорожных организаций в довольно жесткой конкурентной борьбе за получение государственных заказов обуславливает необходимость выработки ими определенных стратегий поведения на конкурсных торгах.

Здесь имеются в виду, конечно, не стратегии оказания разного вида воздействий на членов конкурсных комиссий, которые в настоящее время (в период перехода к цивилизованным рыночным отношениям) нередко используются на практике. Такие методы конкурентной борьбы не имеют будущего, так как нет никакого сомнения, что с переходом к стационарной рыночной экономике и совершенствованием системы подрядных торгов в дорожном хозяйстве такого рода стратегии изживут сами себя.

В данном случае речь идет о разработке возможных стратегий подготовки конкурсных предложений по всему ряду представленных выше показателей с целью выбора такой из них, которая обеспечивает наибольшие шансы на победу дорожной организации по результатам торгов.

Рассмотрение этих стратегий и методов формирования конкурсных предложений начнем с характеристики особенностей конкурсных торгов на строительство дорожных сооружений, имеющих существенные различия по сравнению с торгами на их ремонт и содержание.

Главная их особенность заключается в том, что торги на строительство дорожных объектов происходят в условиях высокой неопре-

деленности его осуществления, что predetermined, во-первых, большой продолжительностью производственного цикла и, во-вторых, отсутствием достаточно подробно разработанной сметной документации на весь период строительства. Это приводит к необходимости рассмотрения довольно большого количества сценариев конкурсных предложений, так как разброс содержащихся в них показателей стоимости, продолжительности и гарантий качества строительства может быть очень большим.

Вторая особенность этого вида торгов состоит в том, что в них принимает участие, как правило, очень небольшое количество претендентов (от двух до четырех), что обусловлено двумя причинами: существенными затратами на организацию торгов и высокими требованиями к репутации претендентов.

Эти причины требуют определенных комментариев.

Первая из них объясняется тем, что подготовка конкурсной документации требует от каждого претендента помимо расходов на разработку минимально необходимой проектно-сметной документации на строительство объектов и дополнительных затрат на организацию торгов, включая оплату работы экспертов. Указанные виды расходов дорожных организаций, как показывает опыт проведения торгов, могут составлять от 1 до 2% от стоимости заключаемых по их результатам контрактов, что при сметной стоимости объекта подрядных торгов, например, в 3 млрд. руб. составляет величину, равную 30 – 60 млн. руб. При этом, очевидно, что за исключением победителя для всех остальных участников торгов эти расходы являются бросовыми и поэтому пойти на риск таких значительных потерь могут только весьма крупные дорожные компании, имеющие достаточно большой запас финансовой прочности.

Вторая причина обусловлена тем, что к строительству дорожных сооружений как весьма капиталоемких и технически сложных объектов допускаются, как правило, дорожные компании, имеющие (хотя это нигде пока законодательно не оговаривается) высокий рейтинг надежности и финансовой устойчивости, с которыми, естественно, у государственного заказчика при прочих равных условиях

будет меньше проблем, чем с малоизвестными и ничем не зарекомендовавшими себя претендентами.

В результате влияния указанных причин-факторов каждый из претендентов имеет реальные возможности оценить экономический потенциал своих «противников» на торгах и поэтому участвовать в них не наугад (вслепую) по принципу «повезет – не повезет», а сознательно, оценивая свои шансы стать победителем торгов по сравнению с шансами других их участников.

Третьей особенностью данных торгов является то, что основные претенденты на участие в них достаточно хорошо знают производственный и финансовый потенциал друг друга, для того чтобы с достаточной степенью точности прогнозировать возможные действия конкурентов при подготовке конкурсных предложений.

Строительство дорожных сооружений осуществляется не за забором и не за колючей проволокой. Кроме того, оно обычно очень хорошо освещается в местной печати. Поэтому конкурирующим друг с другом на торгах крупным строительным фирмам не составляет большого труда ознакомиться с технологией и методами производства дорожных работ, а также техническим оснащением своих потенциальных соперников на торгах. Как правило, не является и большой тайной финансовое положение дорожных компаний, которые по большей части по своей организационно-правовой форме являются корпорациями (открытыми акционерными обществами). К тщательному и всестороннему изучению деятельности потенциальных конкурентов дорожные организации побуждает и хорошо известный из курса маркетинга закон предпринимательской деятельности – «любой предприниматель должен знать своих конкурентов в лицо». В связи с изложенным каждая дорожная организация при подготовке собственных конкурсных предложений может предполагать возможные варианты конкурсных предложений своих потенциальных соперников на торгах и, следовательно, оценивать их результаты по тем или иным критериям.

В заключение следует отметить, что какие бы ни были результаты торгов, обязательным должен быть их тщательный технико-

экономический анализ. Он необходим не только для подачи апелляции в случае явных нарушений в проведении торгов, но и для изучения поведения торгов при участии в них других претендентов, что в дальнейшем позволит совершенствовать методы состязательной конкуренции с ними.

Для реализации изложенных выше принципов совершенствования условий участия дорожных организаций в подрядных торгах в следующей подглаве рассматриваются методы определения стратегий их поведения при конкурсной системе организации тендеров.

## 2.2. Методы оптимизации стратегий поведения дорожных организаций при конкурсной системе организации подрядных торгов

Рассмотренные выше особенности, а также условия проведения торгов на строительство дорожных объектов для их последующей формализации могут быть описаны с помощью теории игр [11].

Теория игр посвящена методам принятия решений в условиях, как правило, полной неопределенности протекания изучаемых процессов или явлений, т.е. тогда, когда никакие их вероятностные характеристики не известны. В ней рассматриваются варианты поведения и оптимизируются действия потенциальных противников, которые в этой теории принято называть игроками. Каждый игрок имеет в своем арсенале некоторую совокупность (конечную или бесконечную) вариантов (стратегий) поведения. Каждой стратегии поведения соответствует определенная цена, характеризующая выигрыш или потери игрока при ее реализации.

Игры с участием двух игроков, в которых выигрыш одного из них равен проигрышу другого (а именно такая ситуация имеет место при проведении торгов), называются играми с нулевой суммой. Поэтому в них результаты игры по каждой стратегии устанавливаются в виде цены только одного из игроков.

В теории игр условия их проведения принято задавать в виде матриц (табл. 2), размеры которой ( $m \times n$ ) зависят от количества



рассматриваемых стратегий поведения каждого из игроков. Обычно матрица игры представляет выигрыши  $+R_{ij}$  или проигрыши  $-R_{ij}$  игрока А, стратегии которого определяются ее строками, где  $R_{ij}$  - доход или потери игрока А при реализации им стратегии  $i$  в ответ на стратегию  $j$  (определяется столбцами матрицы) игрока В.

Таблица 2

Матрица стратегий игры с нулевой суммой

Виды стратегий		Стратегии игрока В					
		1	2	...	j	...	m
Стратегии игрока А	1	$R_{11}$	$R_{12}$	...	$R_{1j}$	...	$R_{1m}$
	2	$R_{21}$	$R_{22}$	...	$R_{2j}$	...	$R_{2m}$
	...	...	...	...	...	...	...
	i	$R_{i1}$	$R_{i2}$	...	$R_{ij}$	...	$R_{im}$
	...	...	...	...	...	...	...
	n	$R_{n1}$	$R_{n2}$	...	$R_{nj}$	...	$R_{nm}$

Определение стратегий поведения игроков является наиболее важным и при этом неформализуемым элементом игры. Применительно к конкурсным торгам этот элемент можно трактовать как формирование различных вариантов заявок на участие в них, различающихся значениями одного или нескольких подлежащих экспертной оценке показателей.

Рассмотрим порядок формирования таких вариантов заявок, условно полагая, что выбор победителя торгов предусматривает оценку только трех основных показателей, представленных в заявке каждого претендента: цены контракта, продолжительности выполнения и качества работ.

Здесь следует особо оговорить, что формирование вариантов заявок на участие в торгах непосредственно зависит от принятой государственным заказчиком системы оценки конкурсных показателей. Это связано с тем, что применяемые при экспертизе проекта методы оценки значимости тех или иных показателей, влияющих на эффективность реализации контракта могут существенно отличаться от тех, которыми руководствовалась дорожная организация.

Для примера, предположим, что первый ранг по значимости для дорожной организации среди трех вышеуказанных показателей при-

сваивается продолжительности строительства. Такой вывод сделала дорожная организация, рассматривая различные варианты цены контракта, продолжительности и качества строительства и оценивая их хозрасчетную или коммерческую эффективность. Указанная система приоритетов легла в основу составленной ею заявки.

Теперь допустим, что экспертная группа при рассмотрении данной заявки использует не стоимостную, а балльную систему оценки, согласно которой снижению продолжительности строительства присваивается значительно меньший вес, чем снижению стартовой цены контракта. В результате предлагаемые варианты заявок дорожной организации заведомо будут недостаточно конкурентоспособными, что в свою очередь существенно снизит и ее шансы стать победителем торгов.

Таким образом, перед тем как формировать возможные варианты заявок на участие в конкурсных торгах, необходимо четко представлять себе правила игры – принятую государственным заказчиком систему или методику оценки представленных в них показателей.

Но предположим, что указанная проблема решена. Как же составлять варианты заявок? По мнению авторов она должна выполняться в следующей последовательности.

1. Сначала надо проранжировать по степени значимости (по весу) все рассматриваемые в заявке показатели, исходя из рекомендуемой заказчиком методики или следуя его письменным указаниям. Допустим, что для нашего примера ранжированный ряд этих показателей по степени убывания их значимости может быть представлен следующим образом:

<i>Ранг показателя</i>	<i>Наименование показателя</i>	<i>Вес показателя (в долях единицы)</i>
1	Цена контракта	0,5
2	Качество строительства	0,3
3	Срок строительства	0,2
	Итого	1,0

2. Далее следует определить возможные пределы изменения указанных показателей в сторону их улучшения (т.е. снижения цены

контракта, повышения качества и снижения продолжительности строительства) и оценить влияние этого улучшения на прибыль, получаемую от сдачи объекта торгов в эксплуатацию. Данный этап обусловлен тем, что любое улучшение нормативных или установленных заказчиком конкурсных показателей связано с дополнительными расходами дорожной организации, и понятно, что эти расходы будут тем больше, чем выше степень улучшения показателей, выраженная в абсолютных или относительных величинах их изменения.

Предположим, что в данном примере предельные значения этих показателей рассчитаны одним из участников торгов (дорожной организацией А) исходя из равенства нулю прибыли от строительства объекта и в процентном отношении обеспечивают: 5% - ное снижение цены контракта; 3% - ное повышение качества строительства и 10%-ное снижение его продолжительности. Такое улучшение заявочных показателей по сравнению с нормативными или установленными заказчиком, по мнению претендента А, делает его недостижимым для всех остальных конкурентов.

Вместе с тем дорожная организация А не хотела бы выполнять контракт на пределе своих возможностей, поскольку она в этом случае не получает никакой прибыли. Поэтому данный претендент считает необходимым рассмотреть возможные сценарии своего поведения на торгах (варианты заявочных показателей) в сопоставлении с потенциальными сценариями других конкурентов с целью выбора наиболее целесообразного из них, т.е. такого, который обеспечил бы ему не только выигрыш в конкурсных торгах, но и получение определенной прибыли от выполнения контракта.

3. Для решения этой задачи дорожная организация А в первую очередь определяет количество сценариев конкурсных предложений, а затем по каждому сценарию устанавливает возможные варианты заявочных показателей, руководствуясь предварительно выбранными для этого шкалами их улучшения, а также поставленными в соответствие этим шкалам значениями потерь или дополнительных затрат, а также получаемой в результате реализации контракта прибыли.

Допустим, что претендент А решил принять к дальнейшему ана-

лизу три варианта конкурсных предложений: 1) благоприятный; 2) средний и 3) неблагоприятный с точки зрения величины дополнительных расходов (ДР) или потерь, основные характеристики которых представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Сценарии конкурсных предложений претендента А

Наименование показателей	Благоприятный сценарий		Средний сценарий		Неблагоприятный сценарий	
	% изменения	ДР, млн. руб.	% изменения	ДР, млн. руб.	% изменения	ДР, млн. руб.
Снижение цены контракта	2	12	3	18	4	24
Повышение качества строительства	1	5	1,5	7	2	9
Снижение продолжительности строительства	4	14	5	16	6	20
Итого	-	31	-	41	-	57
Прибыль от реализации	-	30	-	17	-	4

Одновременно с формированием своих стратегий конкурсных предложений претендент А, зная слабые и сильные стороны своих конкурентов, пытается предугадать их действия по составлению возможных вариантов стратегий. Здесь следует отметить, что количество таких предполагаемых стратегий не обязательно должно в точности соответствовать намеченному количеству своих стратегий. Более того, оно, как правило, может быть несколько большим, так как степень неопределенности принятия тех или иных стратегий конкурентом является, естественно, значительно выше, чем своих.

Исходя из этого предположим, что для одного из конкурентов, например, дорожной организации В, претендент А, пытается сформировать не три как для самого себя, а четыре возможных стратегии конкурсных предложений: очень благоприятную (ОБ), благоприятную (Б), среднюю (С) и неблагоприятную (НБ). Результаты проделанной им работы представлены в табл. 4.

Предполагаемые претендентом А сценарии  
конкурсных предложений претендента В

Наименование показателей	ОБ		Б		С		НБ	
	%изменения	(ДР), млн. руб.	%изменения	(ДР), млн. руб.	%изменения	(ДР), млн. руб.	%изменения	(ДР), млн. руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Снижение цены контракта	2,0	12	2,5	15	3,5	21	4,0	24
Повышение качества строительства	2	7	2	7	4	12	5	14
Снижение продолжительности строительства	5	16	5	16	6	21	7	27
Итого	-	35	-	38	-	54	-	61
Прибыль от реализации	-	26	-	23	-	8	-	-4

На основе разработанных потенциальных сценариев конкурсных предложений претендентов А и В можно составить матрицу игры между ними, которые в теории игр обычно принято называть платежной матрицей (табл.5). В ней, как уже указывалось выше, в каждой клетке проставляется доход или убыток игрока А от реализации его стратегии по сравнению со стратегией игрока В, находящиеся на пересечении графы и строки в данной клетке.

Таблица 5

Матрица стратегий игры между претендентом А и претендентом В

Виды стратегий		Стратегии претендента В			
		ОБ	Б	С	НБ
Стратегии претендента А	Б	4	7	22	34
	С	-9	-6	5	21
	НБ	-22	-19	-4	8

Например, из табл. 3 и 4 видно, что прибыль, получаемая в случае реализации благоприятной стратегии претендентом А, равна 30 млн. руб., а претендентом В – 23 млн. руб. Следовательно, если они оба выберут эту стратегию, то выигрыш претендента А составит 7 млн. руб. Эта величина и указана на пересечении столбца Б (характеризующего благоприятную стратегию для претендента В) со строкой Б (характеризующей благоприятную стратегию для претендента А).

Для установления наиболее рациональных стратегий поведения обоих претендентов в первую очередь необходимо установить критерий их оптимальности. В качестве таких критериев в условиях полной неопределенности исследуемых процессов или явлений могут быть приняты критерий Лапласа, максимаксный критерий, критерий Гурвица и минимаксный критерий (табл. 6).

Критерий Лапласа исходит из гипотезы, что все рассматриваемые стратегии поведения игроков как бы имеют равные вероятности. В этом случае оптимальной стратегией игрока А является такая, которая дает наибольший ожидаемый выигрыш.

Применительно к рассматриваемому примеру (см. табл. 5) ожидаемые выигрыши по стратегиям претендента А будут равны:

$$R_{LB} = (1/4)(4 + 7 + 22 + 34) = 16,75;$$

$$R_{LC} = (1/4)(-9 - 8 + 5 + 21) = 2,25;$$

$$R_{LNB} = (1/4)( - 22 - 19 - 4 + 8) = - 11,25.$$

Следовательно, поскольку  $R_{LB} = 16,75$  оптимальной стратегией предоставления конкурсных предложений для претендента А будет стратегия Б.

По критерию максимакса (критерию оптимизма) выбирается та стратегия претендента А, которая при самых благоприятных действиях конкурента В обеспечивает получение первому претенденту наибольшего дохода. Для определения этой стратегии устанавливается максимальное значение  $R_{ij}$  сначала по строкам таблицы, а затем из выбранных значений по столбцам.

## Критерии принятия решений в условиях неопределенности

Наименование критерия	Характеристика условий применения	Формула расчета критерия	Условные обозначения
Критерий-Лапласа	Ориентация на равновероятностные сценарии	$R_L = \max_i \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m R_{ij} \right\}$	i – номер стратегии игрока А; i = 1,2,..., n; j – номер стратегии игрока В; j = 1,2,..., m; R <sub>ij</sub> – доход игрока А при стратегиях i и j.
Максимаксный критерий	Ориентация на оптимистические сценарии	$R_o = \max_i \left\{ \max_j R_{ij} \right\}$	
Критерий-Гурвица	Ориентация на умеренные сценарии	$R_g = \max_i \left\{ \lambda \max_j R_{ij} + (1 - \lambda) \min_j R_{ij} \right\}$	
Максиминный критерий	Ориентация на пессимистические сценарии	$R_p = \max_i \left\{ \min_j R_{ij} \right\}$	

Для нашего примера (см. табл. 5) максимальное значение дохода по первой стратегии (строке) претендента А равно 34, по второй - 21 и по третьей - 8. Следовательно, его оптимальной стратегией и при этом критерии следует признать стратегию Б.

По критерию максимина (критерию пессимизма) выбирается та стратегия претендента А, которая при самых неблагоприятных действиях конкурента В обеспечивает получение первому наибольшего дохода. Для определения этой стратегии устанавливается сначала минимальное значение R<sub>ij</sub> сначала по строкам таблицы, а затем из выбранных значений по столбцам определяется его максимальное значение.

В этом случае, как видно из табл.5, минимальное значение дохода по первой стратегии претендента А равно - 4 , по второй – (-9), а по третьей – (-22). Отсюда опять его оптимальной стратегией (но в данном случае минимизирующей потери претендента А) является стратегия Б.

По критерию Гурвица (критерию оптимизма-пессимизма) выбирается та стратегия претендента А, которая ведет к получению им наибольшего дохода при промежуточных (устанавливаемых в зависи-

мости от склонности к риску) оценках действий конкурента В. Склонность к риску в критерии Гурвица (табл. 6) задается величиной параметра  $\lambda$ , который может находиться в пределах от 0 до 1. При  $\lambda = 0$  критерий Гурвица превращается в критерий максимакса, при  $\lambda = 1$  – в критерий максимина.

Допустим, что в нашем примере значение  $\lambda$  равно 0,5. Тогда значения критерия Гурвица по строкам матрицы будут следующие:

$$R_{gB} = 0,5 ( 4 + 34 ) = 19;$$

$$R_{gC} = 0,5 ( -9 + 21 ) = 6;$$

$$R_{gHB} = 0,5 ( - 22 + 8 ) = - 7.$$

Таким образом, опять оптимальной для претендента А является стратегия Б.

Выбор критерия для определения оптимальной стратегии поведения дорожной организации в конкурсных торгах в конечном счете зависит от того, насколько серьезно она воспринимает своих конкурентов. Однако представляется целесообразным в любом случае и особенно тогда, когда цена объекта торгов является достаточно высокой, лучше переоценить противника, чем недооценить его. Поэтому, исходя из не менее разумного поведения конкурентов, каждому претенденту следует, как правило, ориентироваться при выборе стратегии своего поведения на самый оптимальный критерий, которым в случае максимизации дохода от результата конкурсных торгов является критерий максимина, а в случае минимизации потерь - критерий минимакса. В связи с этим дальнейшее изложение методики определения оптимальной стратегии формирования конкурсных предложений будет осуществляться с использованием данных критериев.

Рассмотрим эти критерии подробнее. Так как обычно матрица игры представляет выигрыши игрока А, то критерий максимина предписывает ему выбрать такую стратегию, которая максимизирует его минимальный выигрыш, причем минимум берется по всем стратегиям игрока В. В противовес ему игрок В, очевидно, должен выбрать такую стратегию, которая минимизирует его максималь-



ный проигрыш. Эта стратегия в теории игр называется минимаксной.

Для сопоставления результатов, получаемых игроками А и В при выборе ими соответственно максиминной и минимаксной стратегии, проанализируем порядок их формирования для рассматриваемого примера (табл. 7).

Таблица 7

Матрица стратегий игры между претендентом А и претендентом В (при наличии седловой точки)

Виды стратегий		Стратегии претендента В				Минимумы в строках
		ОБ	Б	С	НБ	
Стратегии претендента А	Б	4	7	22	34	4 (максимин)
	С	-9	-6	5	21	-9
	НБ	-22	-19	-4	8	-22
Максимумы в столбцах		4 (минимакс)	7	22	34	

Из определения критериев минимакса и максимина следует, что первый из них может быть либо больше, либо равен второму. Из теории игр известно [11], что при равенстве максиминного и минимаксного значений игры она имеет так называемую «седловую точку», определяющую такую пару стратегий игроков А и В, при которых каждый из них не стремится изменить выбранную стратегию во избежание получения худшего результата. Именно такая ситуация имеет место в рассматриваемом примере. Из него следует, что при заданных предположениях претендента А на участие в конкурсе на получение государственного заказа седловой точкой является стратегия Б-ОБ, при которой он получает выигрыш в размере 4 млн. руб., поскольку любые действия его противника В, направленные на изменение своей стратегии (в рамках сделанных предположений), могут привести только к увеличению этого выигрыша.

Однако ситуации с наличием седловых точек в процессе оценки действий конкурентом на конкурсных торгах имеют место далеко не всегда. Одна из возможных таких ситуаций применительно к рассматриваемому примеру приведена в табл. 8, из которой следует, что минимаксное значение игры на 2 млн. руб. превышает макси-

минное. Это означает, что игра нестабильна (неравновесна), так как каждый из игроков может улучшить свое положение, выбрав другую стратегию. Возникает вопрос, как быть в этом случае.

Таблица 8

Матрица стратегий игры между претендентом А и претендентом В  
(седловая точка отсутствует)

Виды стратегий		Стратегии претендента В				Минимумы в строках
		1	2	3	4	
Стратегии претендента А	1	4	6	2	34	2 (максимин)
	2	-9	-6	5	21	-9
	3	-22	-19	-4	8	-22
Максимумы в столбцах		4 (мини-макс)	6	5	34	

В теории игр в таких ситуациях с целью нахождения оптимального их значения рекомендуется переходить от чистых стратегий игроков, характеризующих однозначный выбор той или иной стратегии, к смешанным стратегиям, предполагающим их выбор с заданными вероятностями [13].

Для иллюстрации такой игры запишем сначала ее постановку в общем виде. Допустим, что вероятности, с которыми игроки А и В выбирают свои чистые стратегии, могут быть представлены следующими рядами:  $p_1^A, p_2^A, \dots, p_n^A$  и  $p_1^B, p_2^B, \dots, p_m^B$ . Причем, понятно, что в этом случае должны иметь место следующие равенства:

$$\sum_{i=1}^n p_i^A = 1, \quad \sum_{j=1}^m p_j^B = 1. \quad (2.1)$$

Тогда с учетом сделанных предположений представленная в табл.2 матрица стратегий игры с нулевой суммой трансформируется в следующую (табл. 9).

В этом случае критерий максимина  $K_A$  для выбора оптимальной стратегии игроком А и критерий минимакса  $K_B$  для выбора оптимальной стратегии игроком В могут быть записаны следующим образом:

$$K_A = \max_{p_i^A} \left\{ \min \left( \sum_{i=1}^n R_{i1} p_i^A, \sum_{i=1}^n R_{i2} p_i^A, \dots, \sum_{i=1}^n R_{im} p_i^A \right) \right\}, \quad (2.2)$$

$$K_B = \min_{p_j^B} \left\{ \max \left( \sum_{j=1}^m R_{1j} p_j^B, \sum_{j=1}^m R_{2j} p_j^B, \dots, \sum_{j=1}^m R_{nj} p_j^B \right) \right\}. \quad (2.3)$$

Матрица стратегий игры с нулевой суммой  
(при смешанных стратегиях)

Виды стратегий		Стратегии игрока В					
		$p_1^B$	$p_2^B$	...	$p_j^B$	...	$m$
Стратегии игрока А	$p_1^A$	$R_{11}$	$R_{12}$	...	$R_{1j}$	...	$p_m^B$
	$p_2^A$	$R_{21}$	$R_{22}$	...	$R_{2j}$	...	$R_{2m}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$p_i^A$	$R_{i1}$	$R_{i2}$	...	$R_{ij}$	...	$R_{im}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$p_n^A$	$R_{n1}$	$R_{n2}$	...	$R_{nj}$	...	$R_{nm}$

Для выбора оптимальных стратегий конкурсных торгов по критериям (2.2) и (2.3) в зависимости от размерности матриц чистых стратегий может быть рекомендовано два метода [13].

Первый из них имеет ограниченную область применения, так как может быть использован лишь тогда, когда, по крайней мере, один игрок располагает только двумя стратегиями своего поведения, т.е. матрица чистых стратегий игроков имеет размерность либо  $(2 \times m)$ , либо  $(n \times 2)$ . Преимуществом этого метода является его наглядность, поскольку он предусматривает графическую форму игры. Для установления алгоритма получения решения рассмотрим постановку игры вида  $(2 \times m)$  (табл.10).

Из табл. 10 видно, что поскольку претендент А имеет только две чистые стратегии, то вероятность осуществления второй из них может быть выражена через вероятность реализации первой, т.е.  $p_2^A = 1 - p_1^A$ ,  $p_2^A \geq 0$ ,  $p_1^A \geq 0$ .

Таблица 10

Матрица игры вида  $(2 \times m)$ 

Виды стратегий		Игрока В					
		$p_1^B$	$p_2^B$	...	$p_j^B$	...	$m$
Игрока А	$p_1^A$	$R_{11}$	$R_{12}$	...	$R_{1j}$	...	$p_m^B$
	$p_2^A = 1 - p_1^A$	$R_{21}$	$R_{22}$	...	$R_{2j}$	...	$R_{2m}$

Отсюда ожидаемые выигрыши игрока А по чистым стратегиям игрока В могут быть представлены следующей системой уравнений:

<i>Чистые стратегии игрока В</i>	<i>Ожидаемые выигрыши игрока А</i>
1	$R_{11} p_1^A + R_{21} - R_{21} p_1^A = (R_{11} - R_{21}) p_1^A + R_{21}$
2	$(R_{12} - R_{22}) p_1^A + R_{22}$
...	...
m	$(R_{1m} - R_{2m}) p_1^A + R_{2m}$

Таким образом, при принятой размерности игры ожидаемые выигрыши игрока А находятся в линейной связи с вероятностью осуществления его первой стратегии поведения, что позволяет представить их в виде линейных функций от  $p_1^A$ . Поэтому в соответствии с критерием максимина поведения игрока А он должен выбрать такое значение  $p_1^A$ , чтобы его ожидаемый выигрыш оказался максимальным.

Покажем графическое решение этой задачи для достаточно простой и поэтому вполне допустимой на практике ситуации, когда данная дорожная организация (претендент А) разрабатывает для себя всего две стратегии поведения на конкурсных торгах, но вместе с тем хочет предусмотреть как можно больше возможных вариантов поведения своего конкурента (претендента В). Пример такой ситуации игры вида (2 x 4) представлен в табл. 11.

Таблица 11

Матрица игры вида (2 x 4) (седловая точка отсутствует)

Виды стратегий		Претендент В			
		1 ( $p_1^B$ )	2 ( $p_2^B$ )	3 ( $p_3^B$ )	4 ( $p_4^B$ )
Претендент А	1 ( $p_1^A$ )	4	6	2	8
	2 ( $p_2^A$ )	-6	-3	5	6

В данной игре седловая точка отсутствует, в связи с чем для оптимизации поведения игроков осуществляется переход от чистых стратегий к смешанным. В соответствии с ним ожидаемые выигрыши претендента А могут быть представлены следующими уравнениями.

Чистые  
стратегии  
игрока В

1

2

3

4

Ожидаемые выигрыши  
игрока А

$$10 p_1^A - 6$$

$$9 p_1^A - 3$$

$$-3 p_1^A + 5$$

$$2 p_1^A + 6$$

Изображая эти уравнения прямых на графике (рис. 1), приходим к выводу, что максиминное значение ожидаемого выигрыша игрока А достигается при вероятности реализации первой его стратегии, равной 0,85. При этом ожидаемый выигрыш, который в теории игр принято называть «значением игры», составляет 2,46 млн. руб.

Указанные значения установлены путем проекции точки пересечения прямых, характеризующих ожидаемый доход претендента А при осуществлении первой и третьей стратегий конкурентом В соответственно на шкалу вероятностей и шкалу дохода. Следовательно, теоретически оптимальной смешанной стратегией претендента А является такая, при которой первая из его чистых стратегий реализуется с вероятностью 0,85, а вторая с вероятностью - 0,15.

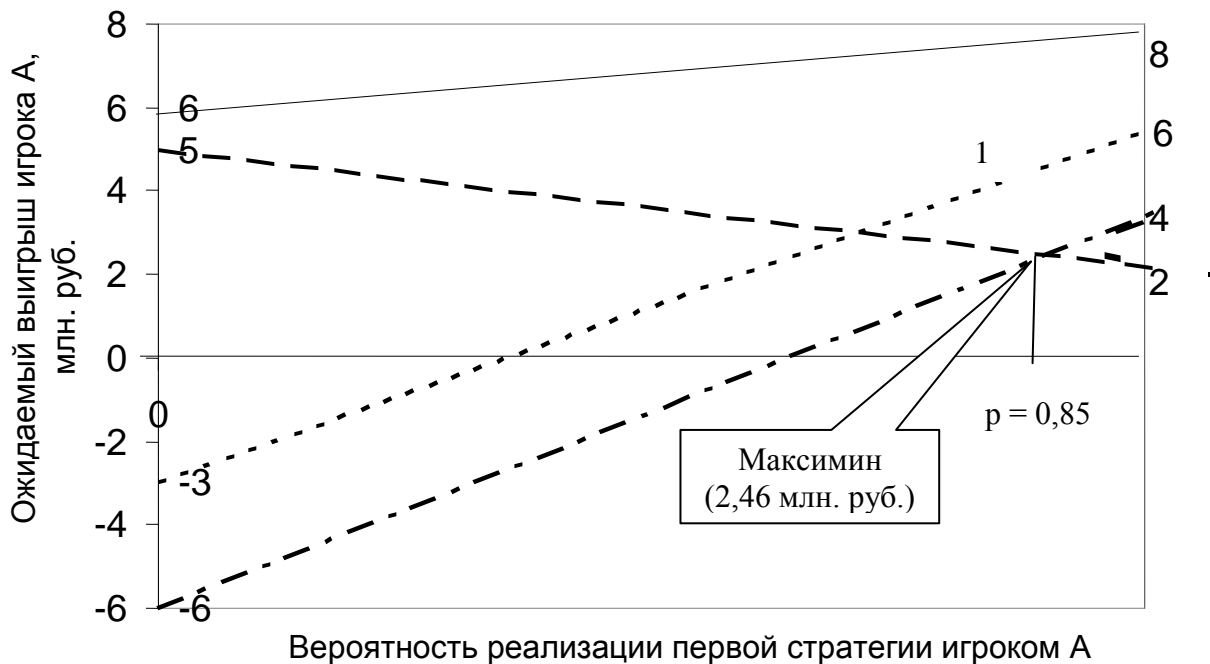


Рис.1. Зависимости ожидаемого выигрыша игрока А от вероятности реализации его первой стратегии p

— - - 1 ( $10p - 6$ )    ····· 2 ( $9p - 3$ )    - · - · 3 ( $-3p + 5$ )    ——— 4 ( $2p + 6$ )

Разумеется, на практике осуществление смешанных стратегий невозможно и поэтому претендент А при формировании конкурсной заявки на участие в торгах очевидно, выберет ту чистую стратегию, которая ближе всего к оптимальной. В данном случае такой стратегией является первая из двух предложенных им к рассмотрению вариантов стратегий.

Теперь рассмотрим наиболее общий случай выбора оптимальных стратегий претендентом А для участия в конкурсных торгах, который характеризуется произвольным размером матрицы игры ( $n \times m$ ). Для решения этой задачи методами линейного программирования сформулируем ее экономико-математическую модель.

Если исходить из критерия (2.2), то можно записать, что минимальные значения ожидаемого дохода претендента А по его стратегиям могут быть представлены следующим выражением:

$$\rho = \min \left( \sum_{i=1}^n R_{i1} p_i^A, \sum_{i=1}^n R_{i2} p_i^A, \dots, \sum_{i=1}^n R_{im} p_i^A \right). \quad (2.4)$$

Исходя из этого, согласно рекомендациям, изложенным в работе [14], экономико-математическую модель рассматриваемой задачи можно записать в таком виде:

$$\begin{aligned} & \text{целевая функция} \\ & Z = \rho \rightarrow \max \\ & \text{при ограничениях} \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} p_i^A \geq \rho, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i^A = 1, \quad p_i^A \geq 0. \quad (2.7)$$

Для удобства практического использования, как показано в монографии [14], данная модель может быть упрощена путем деления на  $\rho$  ограничений (2.6) и (2.7). Поскольку такая операция возможна только при  $\rho > 0$ , в случае отрицательного или нулевого значения игры ко всем элементам платежной матрицы необходимо прибавить такое положительное число, чтобы значение игры стало

больше нуля. Это число после завершения модифицированной игры для получения истинного ее значения вычитается из полученного результата.

Таким образом, с учетом того, что  $\rho > 0$ , ограничения (2.6) и (2.7) могут быть записаны в виде следующей системы неравенств и уравнений:

$$\begin{aligned} R_{11} (p_1^A / \rho) + R_{21} (p_2^A / \rho) + \dots + R_{n1} (p_n^A / \rho) &\geq 1, \\ R_{12} (p_1^A / \rho) + R_{22} (p_2^A / \rho) + \dots + R_{n2} (p_n^A / \rho) &\geq 1, \\ &\dots \dots \dots \\ R_{1m} (p_1^A / \rho) + R_{2m} (p_2^A / \rho) + \dots + R_{nm} (p_n^A / \rho) &\geq 1, \\ p_1^A / \rho + p_2^A / \rho + \dots + p_n^A / \rho &= 1 / \rho. \end{aligned}$$

Для упрощения записи ограничений будем полагать, что  $p_i^A / \rho = X_i$ . Тогда, принимая во внимание, что  $\max \rho = \min (1/\rho) = \rho^*$ , экономико-математическую модель задачи в окончательном виде можно записать следующим образом:

целевая функция

$$Z = X_1 + X_2 + \dots + X_n \rightarrow \min \quad (2.8)$$

при ограничениях

$$\left. \begin{aligned} R_{11} X_1 + R_{21} X_2 + \dots + R_{n1} X_n &\geq 1, \\ R_{12} X_1 + R_{22} X_2 + \dots + R_{n2} X_n &\geq 1, \\ &\dots \dots \dots \\ R_{1m} X_1 + R_{2m} X_2 + \dots + R_{nm} X_n &\geq 1, \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned} &\dots \dots \dots \\ R_{1m} X_1 + R_{2m} X_2 + \dots + R_{nm} X_n &\geq 1, \\ X_i &\geq 0. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Рассмотрим конкретный пример игровой ситуации с использованием приведенной выше модели. Представим себе, что платежная матрица состязательной игры между претендентами А и В на получение контракта на выполнение дорожных работ имеет вид, как показано в табл. 12.

Пример оптимизации поведения игрока А с использованием математического программирования

Виды стратегий		Претендент В			
		1 ( $p_1^B$ )	2 ( $p_2^B$ )	3 ( $p_3^B$ )	4 ( $p_4^B$ )
Претендент А	1 ( $p_1^A$ )	4	6	2	34
	2 ( $p_2^A$ )	-9	-6	5	21
	3 ( $p_3^A$ )	-22	-19	-4	8
	4 ( $p_4^A$ )	6	5	2	4

В данной игре нет седловой точки, так как минимакс составляет 5, а максимин - 2 млн. руб. Экономико-математическая модель этой задачи согласно (2.8) - (2.10) имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 Z &= X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \rightarrow \min \\
 4 X_1 + 6 X_2 + 2 X_3 + 34 X_4 &\geq 1, \\
 -9 X_1 + (-6) X_2 + 5 X_3 + 21 X_4 &\geq 1, \\
 -22 X_1 + (-19) X_2 + (-4) X_3 + 8 X_4 &\geq 1, \\
 6 X_1 + 5 X_2 + 2 X_3 + 2 X_4 &\geq 1, \\
 X_1, X_2, X_3, X_4 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

Решая эту задачу симплекс-методом линейного программирования в среде электронных таблиц Microsoft Excel, получаем следующие результаты:

$$\rho^* = 0,369; X_1 = 0,065; X_2 = 0; X_3 = 0; X_4 = 0,304.$$

Отсюда получаем, что ожидаемый выигрыш претендента А составляет 2,71 млн. руб. ( $1/\rho^*$ ). При этом наиболее целесообразным для него является использование такой смешанной стратегии, в которой первая чистая стратегия осуществляется с вероятностью 0,176, а четвертая чистая стратегия - с вероятностью 0,823.



## Контрольные вопросы

1. Какие принципы должны быть положены в основу совершенствования системы подрядных торгов?
2. Какими принципами должна руководствоваться дорожная организация, принимающая участие в конкурсных торгах?
3. Какие критерии должны приниматься во внимание при выборе победителя подрядных торгов?
4. Какие изменения должны быть внесены в законодательные акты, регламентирующие порядок проведения торгов?
5. Что понимается под стратегией подготовки дорожной организацией конкурсного предложения?
6. В чем состоят особенности конкурсных торгов на строительство дорожных сооружений?
7. Как можно описать условия проведения торгов с использованием теории игр?
8. Как должны составляться варианты заявок на участие в конкурсных торгах?
9. Какие критерии принятия решений в условиях неопределенности могут использоваться для оптимизации стратегии представления конкурсного предложения?
10. Что понимается под чистой и смешанной стратегией поведения участников торгов с позиций теории игр?
11. Опишите графический способ оптимизации поведения участника торгов при наличии только двух претендентов.
12. Опишите содержательную постановку задачи выбора оптимальной стратегии поведения участника торгов при наличии нескольких претендентов.

### **3. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ДОРОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ**

#### **3.1. Принципы и критерии оптимального планирования производственной программы дорожной организации в условиях неопределенности и риска ее реализации**

Переход к системе торгов на выполнение дорожных работ вносит существенные изменения не только в порядок формирования портфеля заказов дорожных организаций, но и в основные концепции и методы разработки их производственных программ.

Во-первых, теряет смысл такой основополагающий принцип формирования программы дорожной организации в плановой экономике, как обеспечение ее сбалансированности с производственной мощностью предприятия. Действительно, о какой сбалансированности может идти речь, если состав объектов, а, следовательно, номенклатура и объемы дорожных работ, которые могут войти в производственную программу, заранее непредопределены. В рыночной экономике они могут быть установлены только по итогам торгов, предсказать выигрыш которых можно в лучшем случае 50% на 50%.

Кроме того, в условиях переменной рыночной конъюнктуры, что весьма характерно и для дорожного хозяйства страны, к этому совсем не нужно стремиться, поскольку любое предприятие должно обязательно иметь определенный резерв мощностей на случай увеличения спроса на его продукцию или услуги. Это означает, что при избытке мощностей, вызванном например, снижением объемов работ в плановом периоде по сравнению с предыдущим, не следует без особых оснований прибегать к их сокращению.

Нельзя забывать и о том, что в условиях рыночной экономики сам термин «производственная мощность дорожной организации» также имеет несколько иное значение, так как самым дефицитным и в наибольшей степени влияющим на экономический потенциал

предприятия ресурсом являются отнюдь не машины и оборудование, а кадры высококлассных специалистов, как рабочих, так и инженерно-технических работников. Ведь не секрет, что при необходимости любые машины и оборудование можно взять в аренду, а вот собрать заново после увольнения слаженный за многие годы совместной работы трудовой коллектив, способный освоить самые прогрессивные технологии и методы работы, представляется весьма сложной задачей, особенно в настоящее время, когда во всех отраслях национальной экономики имеет место существенный дефицит высококвалифицированных кадров.

Во-вторых, в условиях довольно острой конкурентной борьбы за существование на рынке дорожных услуг на смену принципу всемерной специализации производства по технологическому или предметному признаку (который был также одним из канонов формирования производственных программ дорожных организаций в плановой экономике) приходит принцип его разумной (рациональной) диверсификации.

Прошли времена, когда каждая дорожная организация имела как формально, так и по существу закрепленную за собой определенную сферу деятельности. Например, в Рязанской области мостоотряд №4 Мостотреста Минтрансстроя СССР строил только большие и уникальные мосты, Рязанское мостостроительное управление автомоста Минавтодора РСФСР - малые и средние искусственные сооружения, а областная Рязанская ремонтная и эксплуатационная мостовая организация выполняла работы исключительно по ремонту и содержанию мостов.

В настоящее время никаких ни территориальных, ни профессиональных границ предложения тех или иных дорожных услуг на рынке строительства, ремонта и содержания мостовых сооружений не существует. Любая мостостроительная организация может принять участие в торгах как на строительство мостов (вне зависимости от их сложности и мощности), так и на их ремонт и содержание. Не возбраняется и расширение деятельности мосторемонтных организаций за счет получения контрактов в качестве победителя конкурс-

ных торгов на строительство тех или иных видов мостовых сооружений.

Более того, при недостаточной конкурентоспособности для участия в торгах на рассмотренные смежные виды работ по простому и расширенному воспроизводству искусственных сооружений мостовые организации могут заниматься и другими видами деятельности, связанными, например, с изготовлением сборных железобетонных конструкций мостов и труб, приготовлением цементобетонных смесей, а также с производством работ в других подотраслях строительства, требующих применения высококвалифицированного труда и специальной строительной техники (большегрузных и специальных кранов, сваебойных агрегатов, буровых машин, понтоного оборудования и т.п.).

В-третьих, формирование производственной программы в рыночных условиях хозяйствования требует для обеспечения реальности ее выполнения обязательной увязки планируемой номенклатуры и объемов работ с источниками и условиями финансирования.

Это связано, с одной стороны, с тем, что используемые на практике системы оплаты и предоплаты дорожных работ могут быть разными. Например, в соответствии с договорными условиями в одном случае может осуществляться 100% - ная предоплата подлежащих к выполнению работ, в другом - выплата только оговоренного размера аванса, в третьем – оплата отдельных видов или комплексов работ только после их полного завершения. Естественно, что потребность в оборотных средствах для реализации производственной программы при разных способах оплаты выполненных работ является также разной, так как в первом случае их покрытие может производиться за счет собственных источников, во втором – за счет товарного кредита, в третьем – за счет привлечения долгосрочных заемных источников.

С другой стороны, необходимость учета условий финансирования производственной программы может диктоваться и другими обстоятельствами деятельности предприятий: конъюнктурным снижением спроса на основные виды услуг, предоставляемых дорож-

ными организациями, их недостаточно высокой рентабельностью, потребностью для приобретения дорогостоящих машин и оборудования и т.д., для выполнения предусмотренных в контрактах дорожных работ.

В-четвертых, существенной особенностью действующей системы разработки производственных программ дорожных организаций является отсутствие перспективных (долгосрочных) планов строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог, которые в социалистической плановой экономике рассматривались как основное условие научно обоснованного планирования их деятельности.

Действительно, только сравнительно недавно в Росавтодоре было принято решение о необходимости трехлетнего планирования деятельности всех органов управления дорожным хозяйством России. Очевидно, оно предполагает и тщательное обоснование планов по простому и расширенному воспроизводству дорожных сооружений на этот же период. Но что значит трехлетний период для разработки перспективных планов деятельности, например, Федерального дорожного агентства, если продолжительность строительства крупных автотранспортных сооружений (дорог и мостов) может составлять более 4 лет.

Таким образом, горизонт планирования производственно-финансовой деятельности дорожных организаций является весьма ограниченным. В связи с этим степень неопределенности принимаемых ими решений по организационно-технической подготовке к выполнению предстоящих дорожных работ даже на относительно небольшие плановые периоды (один-два года) очень высока. Как показывает анализ, даже крупные дорожные корпорации, как правило, не могут с достаточной степенью точности предсказать, какие именно дорожные сооружения через 1- 2 года будут объектами подрядных торгов по строительству или ремонту, что исключает заблаговременное целенаправленное развитие их производственных мощностей, а также возможности создания необходимых для ритмичной работы производственных заделов и заключение форвард-

ных контрактов на поставку необходимых материально-технических ресурсов.

Отсюда вытекает необходимость повышенного внимания к учету факторов риска и неопределенности при планировании производственной программы дорожных организаций. Такой учет, по мнению авторов, прежде всего должен предусматривать оценку устойчивости (анализ чувствительности) разрабатываемых программ к изменению основных параметров их реализации и в первую очередь к изменению финансовых условий деятельности подрядных организаций.

Смысл анализа чувствительности состоит в исследовании конкретных зависимостей между рассматриваемыми факторами риска и неопределенности и критериальным показателем, используемым для оценки эффективности производственной программы; в определении таких пределов изменения этих факторов, в рамках которых ее реализация выгодна для предприятия; в обосновании оптимальных объемов производства работ и объемов расхода ресурсов в соответствии с производственными возможностями дорожной организации и рыночной конъюнктурой.

В-пятых, несмотря на достаточно высокий накал конкурентной борьбы за получение государственных заказов на дорожные работы, в условиях высокой неопределенности ее результатов существенно возрастает роль в формировании производственных программ внутриотраслевых связей между дорожными организациями различной организационно-правовой формы и предметной или технологической специализации.

Необходимость таких связей производственного характера диктуется двумя обстоятельствами.

Первое из них заключается в том, что в составе подлежащих к выполнению работ практически любого контракта на строительство, реконструкцию и ремонт достаточно крупных дорожных сооружений обязательно присутствуют специальные или специализированные работы, которые выигравшая этот контракт дорожная организация не может выполнить собственными силами. Например, такими ра-

ботами при строительстве больших мостов могут быть навесной монтаж железобетонных блоков пролетных строений с последующим обжатием предварительно напряженной арматурой, а при ремонте мостов – замена или укрепление элементов подводной части свайных ростверков опор.

Второе обстоятельство состоит в том, что по чисто конъюнктурным причинам выигравшей контракт дорожной организации либо невыгодно выполнять часть входящих в него работ, либо она временно не располагает необходимыми для этого ресурсами.

Очевидно, что как в первом, так и во втором случаях данная дорожная организация будет выступать как генподрядчик и, следовательно, искать субподрядчиков по контракту, что в принципе не слишком сложно, так как в дорожном хозяйстве предложение дорожных услуг, как уже указывалось выше, значительно превышает спрос на них. Но здесь могут быть трудности иного порядка и, в частности, связанные, с одной стороны, с выбором из потенциально возможных субподрядчиков наиболее надежных, а с другой стороны, нахождение приемлемого для генподрядчика и субподрядчика консенсуса по цене выполнения передаваемых на субподряд работ.

Понятно, что эти проблемы проще всего решаются в том случае, если у каждой дорожной организации имеются апробированные налаженные связи кооперирования или комбинирования производства с другими организациями. Следует отметить, что такие связи в дорожном хозяйстве являются свмым полезными между крупными и средними корпорациями по строительству и ремонту дорожных сооружений и малым бизнесом, который, как правило, специализируется на выполнении малообъемных, но весьма технически сложных дорожных работ и который является неконкурентоспособным для участия в большинстве торгов на строительство и ремонт дорожных сооружений.

Сформулированные предпосылки определяют сферу применения экономико-математических моделей при описании производственной программы дорожных организаций, указывают на их приближенный характер, а также обуславливают необходимость учета ряда

концептуальных принципов при их разработке. К основным из них следует отнести следующие.

1. Обеспечение максимально возможного использования наиболее дефицитных и дорогостоящих материально-технических ресурсов, особенно кадров специалистов высокой квалификации.

2. Обеспечение сбалансированности производственной программы с финансовыми ресурсами, необходимыми для ее выполнения.

3. Обязательное рассмотрение возможных направлений диверсификации основной деятельности предприятия.

4. Анализ чувствительности производственной программы к изменению основных условий ее реализации.

5. Развитие связей кооперирования и комбинирования деятельности дорожной организации с деятельностью потенциальных субподрядчиков и в первую очередь с малыми производственными предприятиями дорожного хозяйства.

Целесообразность учета при разработке производственной программы дорожных организаций указанных выше принципов обуславливает необходимость постановки и решения в зависимости от конкретных условий их деятельности нескольких видов задач ее оптимизации, которые в общем случае могут различаться между собой количеством рассматриваемых целей и критериями решения.

Одним из самых важных вопросов формирования производственной программы дорожной организации в современных условиях является определение конечных целей ее разработки, которых, естественно, всегда может быть несколько, поскольку этот раздел планирования их деятельности, как это уже указывалось ранее, предопределяет практически все основные условия (операционные, финансовые и инвестиционные) нормального функционирования любого предприятия.

Эти цели редко являются антагонистическими, т.е. решения, принимаемые для достижения одной цели, находятся в полном противоречии с решениями, принимаемыми по другим целям, что делает возможным достижение определенного компромисса (консенсуса) при их согласовании. Обычно такой компромисс достигается пу-



тем предварительного ранжирования целей по степени значимости, а затем последующим решением задач оптимизации производственной программы сначала по самому главному критерию, затем (с учетом полученных результатов решения) по второму по степени значимости критерию и т. д., на основе методов решения многокритериальных задач, описанных в литературе [8].

Поэтому в дальнейшем будем исходить из предположения, что любая многоцелевая задача формирования оптимальной производственной программы дорожной организации может быть представлена как определенная совокупность последовательно решаемых по заданным критериям одноцелевых задач. В связи с этим представляется целесообразным достаточно подробно рассмотреть потенциально возможные критерии их разработки.

Среди них можно выделить две группы показателей: натуральные и стоимостные.

К первой группе относятся критерии, максимизирующие выработку различных видов дефицитных технических или трудовых ресурсов, минимизирующие затраты времени на строительство или ремонт объектов, а также максимизирующие плановые объемы работ дорожных организаций в натуральных единицах измерения (табл.13).

Сразу же оговоримся, что критерии, выражаемые черед натуральные показатели, в условиях формирования производственной программы могут использоваться только в исключительных случаях и, как правило, лишь при оптимизации ее отдельных частей. Например, при планировании строительства или реконструкции уникальных мостов наиболее важной целевой задачей может оказаться максимально эффективное использование дефицитных высококвалифицированных рабочих кадров; при ремонте мостов - всемерное сокращение продолжительности работ. Необходимость максимизации объемов работ в натуральном выражении может возникнуть при обеспечении наибольшей загрузки подразделений дорожной организации, не обладающих правами юридического лица.

**Критерии оптимизации производственной программы  
дорожной организации**

Наименование критерия	Условие применения	Область использования
Максимизация выработки на единицу работ	Наличие дефицитных видов технических и трудовых ресурсов и удельных показателей их расхода	Локальная оптимизация работ при дефиците ресурсов
Минимизация времени выполнения работ	Наличие требований по снижению сроков выполнения работ по сравнению с нормативными или расчетными	При отсутствии ограничений на используемые ресурсы
Максимизация плановых объемов работ	Наличие объемов работ в натуральных единицах измерения и удельных показателей расхода ресурсов	При распределении объемов работ по структурным звеньям
Максимизация прибыли	Наличие достоверных данных о сметной стоимости работ и показателях удельных затрат на их выполнение	При наличии в полном объеме требуемой информации для разработки программы
Минимизация издержек производства	Наличие данных об объемах работ и удельных показателях затрат на их выполнение	При отсутствии достоверных данных о стоимости работ
Максимизация общего дохода	Наличие достоверных данных о сметной стоимости работ	При отсутствии данных об удельных показателях затрат
Максимизация маржинального дохода	Наличие достоверных данных о сметной стоимости работ и прямых затратах на их выполнение	При сложности распределения накладных расходов по видам работ
Максимизация суммарного денежного потока	Наличие показателей денежных потоков по объектам программы и финансовых альтернатив ее составления	При необходимости учета требуемых заемных средств в условиях формирования программы

Во всех остальных ситуациях целевые требования, выраженные через натуральные показатели, могут быть представлены в виде либо системных (требующих обязательного выполнения), либо целевых ограничений (допускающих определенную свободу в их выполнении).

Ко второй группе критериев следует отнести все потенциально возможные для использования стоимостные показатели: минимизацию издержек производства; максимизацию общего дохода, маржинального дохода, прибыли и суммарного денежного потока (см. табл. 13).

Следует отметить, что каждый из трех указанных показателей

второй группы критериев имеет свою область рационального применения, хотя на первый взгляд может показаться, что наиболее обоснованным из них является показатель максимизации прибыли предприятия как соизмеряющий доходы от реализации программы с расходами на ее осуществление.

К сожалению, на практике их достаточно точное соизмерение не всегда удается осуществить. Дело в том, что в основу определения дохода предприятия по каждому из потенциальных объектов строительства или ремонта на стадии разработки плана может быть заложена только рассчитанная на основе укрупненных нормативов или единичных расценок сметная стоимость работ, а не скорректированная в сторону ее уменьшения цена контракта на их выполнение по результатам последующих торгов.

В связи с этим использование показателей прибыли или удельной прибыли от выполнения тех или иных видов или комплексов работ при формировании производственной программы далеко не всегда может характеризовать их фактическую эффективность и, следовательно, требуемый уровень обоснованности номенклатуры и объемов планируемых к выполнению работ. Особенно часто такие ситуации могут возникать при аукционной системе торгов, когда, как правило, имеют место существенные отклонения цены контракта от стартовой цены, рассчитанной на основе сметных нормативов.

Для иллюстрации рассмотрим следующий пример. Допустим, что мосторемонтная организация, производственная мощность которой в стоимостном выражении составляет 30 млн. руб., гипотетически имеет возможность осуществлять работы по ремонту двух искусственных сооружений, полная площадь каждого из которых составляет 2000 м<sup>2</sup>. Величина расчетной прибыли от ремонта первого объекта составляет 1 тыс. руб., от ремонта второго – 2 тыс. руб. на 1 м<sup>2</sup>. Стоимость ремонта первого объекта по выполненному сметно-финансовому расчету равна 10 тыс. руб., а второго – 15 тыс. руб. на 1 м<sup>2</sup>. Требуется по критерию максимума прибыли определить оптимальную программу работ данной организации.

Несложные расчеты показывают, что в данном случае в произ-

водственную программу организации должен быть включен только второй объект, так как величина рентабельности работ на нем ( $2 : 15 = 0,133$ ) выше, чем на первом объекте ( $1 : 10 = 0,1$ ). При этом будет достигнуто полное использование производственной мощности организации ( $15 \times 2000 = 30$  млн руб.) и получена максимальная прибыль, равная примерно 4 млн руб. ( $0,133 \times 30 = 3,9$ ).

Теперь представим себе, что по результатам проведенных торгов фактическая цена контракта на ремонт второго объекта снизилась по сравнению с расчетной, в результате чего произошло и снижение расчетной прибыли до 1 тыс. руб. на  $1 \text{ м}^2$ . Тогда величина плановой рентабельности второго объекта будет составлять 0,066 (1:15). Очевидно, что в этом случае для максимизации своей прибыли мосторемонтная организация должна включить в программу работ ремонт  $2000 \text{ м}^2$  площади первого объекта ( $10 \times 2000 = 20$  млн руб.) и ремонт  $666 \text{ м}^2$  площади второго объекта ( $15 \times 666 = 10$  млн руб.), которые обеспечат полное использование ее производственной мощности. Получаемая при этом прибыль организации составит 2,66 млн руб. ( $0,1 \times 20 + 0,066 \times 10$ ).

Нетрудно видеть, что состав и объемы работ, подлежащих включению в производственную программу предприятия, при установленной в результате торгов цене контракта на ремонт второго объекта существенно отличаются от рассчитанных на основе сметной стоимости.

Таким образом, можно сделать вывод, что высокая неопределенность окончательной цены контракта, которая может быть установлена только по результатам торгов, существенно снижает возможность применения для оптимизации производственной программы критерия максимизации прибыли предприятия.

Поэтому в таких случаях при прочих равных условиях целесообразен переход к критерию минимизации затрат дорожной организации на реализацию производственной программы при заданной номенклатуре и объемах работ. Данный критерий исходит из необходимости достижения основополагающей цели наиболее эффек-

тивного использования всех или наиболее дефицитных ресурсов предприятия. Для иллюстрации области его применения несколько изменим условия решения рассмотренного выше примера.

Предположим, что формирование оптимальной производственной программы мосторемонтной организации ведется по критерию минимума затрат на использование только одного дефицитного ресурса, удельная стоимость которого на  $1 \text{ м}^2$  полной площади моста составляет для первого ремонтируемого объекта 0,3, а для второго 0,5 тыс. руб. При этом по условию решения данной задачи должна быть обязательно осуществлена полная загрузка производственной мощности данной организации, равная в стоимостном измерении, как и в предыдущем примере, 30 млн. руб.

Результат решения этого примера очевиден. Минимальные затраты на использование ресурса будут обеспечены в том случае, если в производственную программу организации полностью войдет первый объект ( $2000 \text{ м}^2$ ) и частично второй ( $666 \text{ м}^2$ ), так как  $10 \times 2000 + 15 \times 666 = 30$  млн. руб. При такой структуре работ эти затраты будут равны  $0,3 \times 2000 + 0,5 \times 666 = 993$  тыс. руб.

Однако, как видно из табл. 13, критерий минимизации издержек можно использовать далеко не всегда, а только при условии наличия исходных данных об объемах работ и удельных показателях затрат на их выполнение, которые дорожные организации на стадии разработки производственной программы, как правило, имеют не по всем объектам.

В связи с этим в ряде случаев представляется целесообразным использовать в качестве критериев ее формирования показатели общего и маржинального дохода.

Первый из них может приниматься при отсутствии достоверных данных об удельных показателях затрат на выполнение отдельных видов работ, так как для его расчета требуются только показатели сметной стоимости (цены) работ, подлежащих выполнению в плановом периоде. Однако с использованием данного критерия невозможно оценить степень использования производственных

ресурсов дорожной организации. Поэтому в том случае, когда известными являются хотя бы значения прямых затрат дорожной организации на выполнение планируемых дорожных работ, целесообразно применение критерия маржинального дохода.

Под маржинальным доходом понимается разница между сметной стоимостью (ценой) дорожных работ и условно переменными затратами на их выполнение, т.е. сумма денежных средств, необходимая для покрытия фактических прямых затрат и образования прибыли. Данный показатель приобретает особое значение в случае многономенклатурного производства [2], каким и является дорожное строительство [17]. Это объясняется тем, что в отличие от определения величины условно переменных (накладных) расходов, формирование которых может осуществляться только в рамках дорожной организации при известном составе объектов производственной программы, определение прямых затрат может производиться непосредственно по отдельным видам объемов работ. В результате разница между ценой дорожных работ и прямыми затратами на их выполнение может быть представлена как потенциальный "взнос" каждого вида работ в общий конечный результат деятельности дорожной организации, т.е. как маржинальный доход, который может получить организация от реализации запланированных объемов работ.

Таким образом, оптимизация производственной программы по показателю маржинального дохода при многономенклатурном производстве дает возможность определить наиболее выгодные с точки зрения потенциальной прибыльности виды работ, а также позволит установить те их объемы, которые организации не выгодно реализовывать без привлечения субподрядных организаций.

Рассмотренные выше критерии формирования производственной программы дорожной организации можно использовать тогда, когда условия ее финансирования в текущем плановом периоде не зависят от вида или объемов выполнения включаемых в нее работ.

Однако также, можно сказать, что идеальные условия финанси-

рования производственной деятельности предприятий в дорожном хозяйстве встречаются далеко не всегда. Чаще всего в процессе осуществления своей текущей деятельности предприятию не хватает собственных оборотных средств для покрытия необходимых расходов, и оно вынуждено прибегать к привлечению заемных средств. Необходимость в них может быть обусловлена следующими причинами:

1) недостаточными размерами авансовых платежей для выполнения запланированной программы работ;

2) задержками в перечислении средств за выполненные работы (высокой дебиторской задолженностью);

3) недостаточной финансовой устойчивостью предприятий в связи с необходимостью погашения в текущем периоде взятых ранее ссуд и кредитов;

4) принятыми при заключении контрактов на строительство или ремонт дорожных объектов особыми условиями их финансирования, например, предусматривающими промежуточную оплату работ, совпадающую с определенными календарными датами, или получение дорожной организацией кредитов для их выполнения.

Вне зависимости от указанных причин необходимость учета разных условий финансирования строительства или ремонта дорожных объектов при формировании производственной программы требует использования принципиально иного типа критерия для ее оптимизации. Очевидно, что такой критерий, наряду с максимизацией эффекта от деятельности предприятия или минимизацией затрат на ее осуществление, должен предусматривать учет разных условий финансирования включаемых в программу дорожных работ, поскольку в первую очередь именно от этих условий зависит реальность выполнения планируемой производственной программы дорожной организации. Поэтому в качестве такого критерия в экономической литературе рекомендуют применять максимум конечного суммарного денежного потока (от операционной, инвестиционной и финансовой деятельности) от реализации производственной программы дорожной организации [1, 9].

### 3.2. Экономико-математические модели и методы оптимального планирования производственной программы дорожной организации

Наличие разных критериев и условий формирования производственных программ дорожных организаций обуславливает необходимость использования в зависимости от конкретных ситуаций разных видов экономико-математических моделей их оптимизации, которые могут быть сгруппированы по следующим признакам: степени неопределенности планируемых объемов работ, уровню агрегации производственных процессов, возможности оптимизации плановых решений, и степени неопределенности условий реализации производственной программы (рис. 2).

Наиболее важным признаком условий формализации производственной программы является степень наличия имеющейся исходной информации о предстоящих в плановом периоде объемах и номенклатуре дорожных работ, которая, как указывалось в главе 1, редко бывает достаточной для принятия однозначных решений о ее составе и структуре.

Самой сложной бывает ситуация, когда портфель заказов дорожной организации полностью несформирован и имеет место полная неопределенность информации о том, какие именно объекты строительства и ремонта дорожных сооружений могут войти в него, поскольку торги на оказание соответствующих дорожных услуг еще не состоялись, а предсказать их результаты невозможно.

Означает ли это, что дорожная организация должна отказаться от планирования своей производственной деятельности на предстоящий период? Конечно, нет, так как если есть даже небольшая вероятность получения новых заказов, предприятие должно активно готовиться к ней. Но тогда, как быть в такой ситуации?

Ответ на этот вопрос дан в предыдущей главе. При наличии полной неопределенности получения всех или части заказов при разработке производственной программы должны использоваться модели принятия решений в условиях полной неопределенности, приведенные в табл. 6.





Рис.2. Классификация экономико-математических моделей производственной программы

Это позволит с принятым на предприятии коэффициентом склонности к риску определить потенциально возможные объемы и номенклатуру работ, которые в дальнейшем могут быть использованы для определения потребности в ресурсах и организационно-технической подготовки производства.

Если же вероятность результатов предстоящих торгов на получение государственных заказов можно предсказать, то ситуация с формированием производственной программы значительно улучшается, поскольку в этом случае можно использовать более надежные вероятностные оценки ожидаемых объемов работ.

Наиболее желательной является, конечно, ситуация, когда портфель заказов дорожной организации полностью сформирован и имеются определенные альтернативы формирования производственной программы за счет варьирования объемами и сроками выполнения отдельных видов и комплексов работ в течение планового периода с целью наиболее эффективного использования всех наличных ресурсов предприятия или передачи части плановых работ субподрядчикам. В этом случае математическая модель оптимизации его производственной программы может быть представлена моделью задачи линейного математического программирования, которая имеет следующий вид:

$$F = \sum_{i=1}^n q_i X_i \rightarrow \max (\min), \quad (3.1)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ji} X_i \leq A_j, \quad (3.2)$$

$$V_{\min i} \leq X_i \leq V_{\max i}, \quad (3.3)$$

$$i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m},$$

где  $X_i$  - искомый плановый объем  $i$  - го вида работ;  $q_i$  - удельная прибыль от выполнения или удельные затраты на производство  $i$  - го вида работ;  $a_{ji}$  - удельный расход  $j$  - го вида ресурса на производство  $i$  - го вида работ;  $A_j$  - наличие в дорожной организации  $j$  - го вида ресурса;  $V_{\max i}$ ,  $V_{\min i}$  - соответственно минимальные и максимальные объемы работ  $i$  - го вида, в пределах которых может находиться

ся искомая их величина;  $n$  - количество рассматриваемых видов работ;  $m$  - количество рассматриваемых видов ресурсов.

Таким образом, функция (3.1) - это целевая функция решения задачи, выражающая требование максимизации или минимизации заданного критерия оптимальности; неравенство (3.2) - ограничение на использование соответствующего вида ресурса дорожной организации и неравенство (3.3) - граничные условия для определения искомого значения объема дорожных работ.

Вид и конкретное содержание экономико-математической модели оптимизации производственной программы во многом зависят от степени детализации исходных данных о плановых объемах дорожных работ. В связи с этим весьма существенной является группировка экономико-математических моделей по уровням агрегации объектов планирования, которых в общем случае может быть пять:

- 1) по объектам строительства и ремонта в целом;
- 2) по конструктивным частям сооружений;
- 3) по конструктивным элементам и комплексам работ;
- 4) по отдельным видам работ (процессам);
- 5) по отдельным рабочим операциям.

Указанные уровни детализации объемов работ применительно к автодорожным мостовым сооружениям представлены на рис.3 и 4.

Необходимость использования экономико-математических моделей первого уровня детализации объемов работ может возникнуть в двух случаях: 1) при отсутствии проектно-сметной документации на строительство или ремонт подлежащих включению в производственную программу объектов; 2) при распределении указанных объектов по входящим в состав дорожного объединения предприятиям.

В зависимости от исходных данных в качестве критериев оптимальности в таких моделях могут приниматься максимум дохода или прибыли предприятий, устанавливаемый на основе укрупненных технико-экономических показателей строительства или ремонта аналогичных объектов на единицу их площади или протяженности (1 м<sup>2</sup> моста; 1 км дороги); в качестве ограничений - основные виды дефицитных ресурсов, удельная потребность в которых может быть также установле-

на на те же самые единицы измерения мощности дорожных сооружений (табл. 14).

Экономико-математические модели второго уровня детализации исходной информации целесообразно применять тогда, когда дорожные организации располагают проектными решениями по основным объемно-планировочным и конструктивным параметрам планируемых к строительству или ремонту сооружений. При этом известными являются удельные показатели прибыли (затрат), а также расхода ресурсов на единицу конструктивных частей дорожных сооружений. Наличие указанных данных позволяет использовать такого рода модели для оптимального распределения планируемых объектов дорожных работ между генеральными и субподрядными организациями. Их также можно применять при определении оптимальных соотношений в различных видах воспроизводства дорожных сооружений, если предприятия обладают потенциальными возможностями для их осуществления.

Наиболее целесообразными для применения при оптимизации производственной программы первичных дорожных организаций с точки зрения наиболее эффективного использования внутренних резервов производства (при условии наличия необходимых исходных данных) являются экономико-математические модели третьего и четвертого уровня, которые предусматривают детализацию плановых объемов работ соответственно по конструктивным элементам сооружений или отдельным рабочим процессам.

Что касается экономико-математических моделей пятого уровня детализации исходных данных, то их целесообразно использовать только при оперативно-производственном планировании деятельности дорожных организаций, рассмотрение которого выходит за рамки данного учебного пособия.

Поскольку экономико-математическая модель четвертого уровня наиболее детально и всеобъемлюще характеризует взаимосвязь плановых объемов дорожных организаций с требуемыми ресурсами для их выполнения, представляется целесообразным подробнее остановиться на рассмотрении ее структуры.

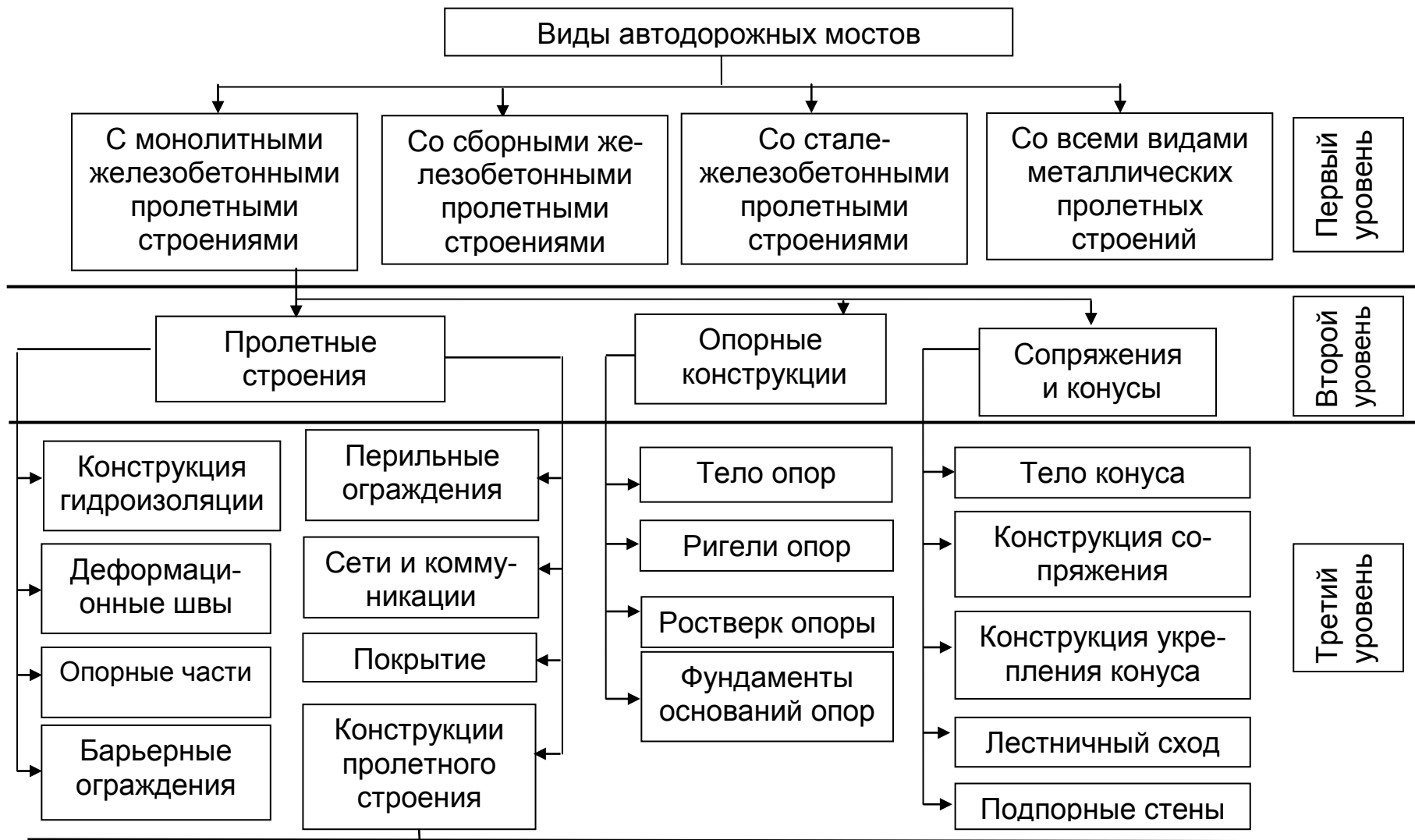
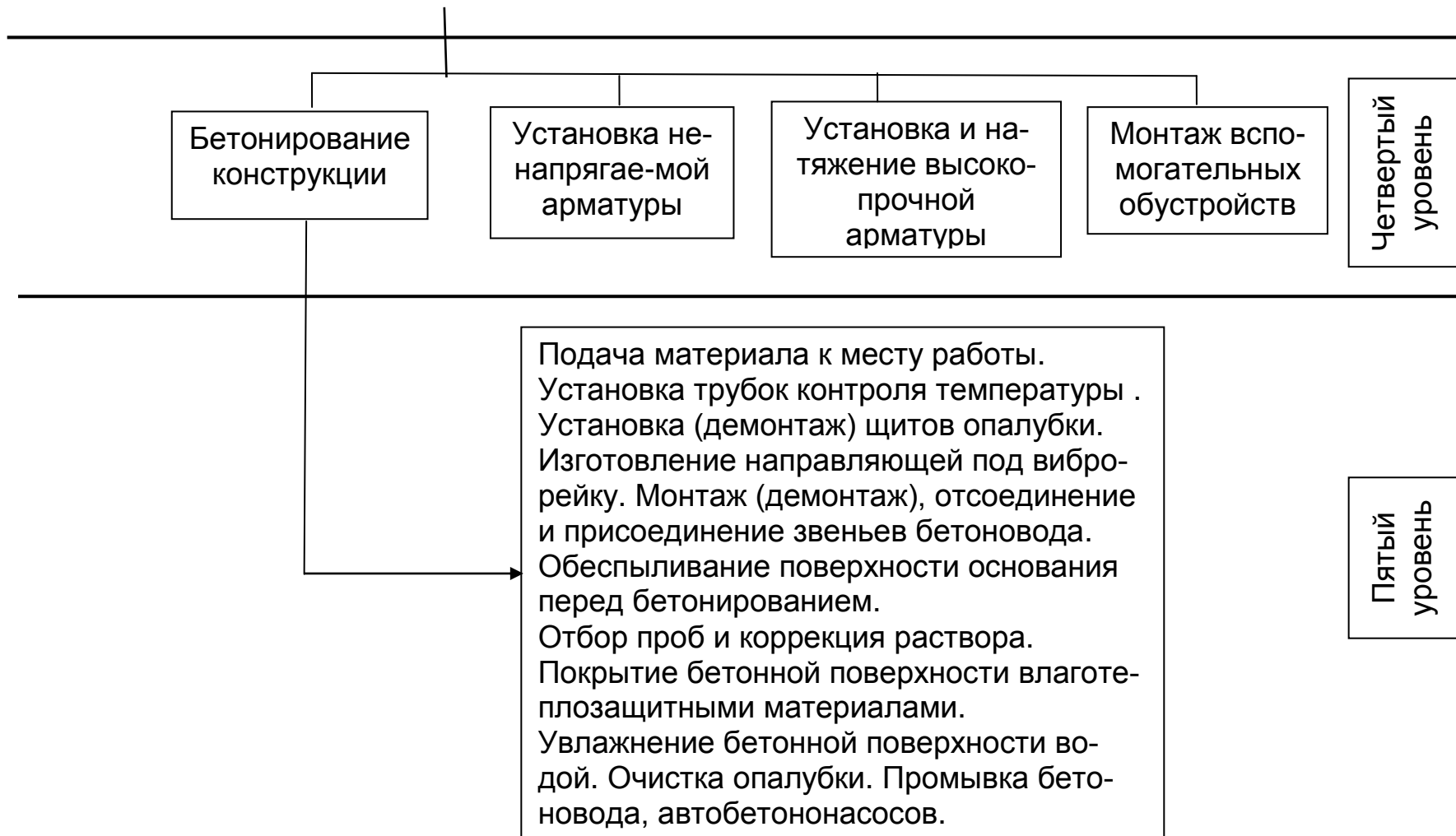


Рис. 3. Возможные уровни детализации объемов работ применительно к строительству автодорожного моста с монолитными железобетонными пролетными строениями (1-й, 2-й и 3-й уровни)



Продолжение рис. 3. Возможные уровни детализации объемов работ применительно к строительству автодорожного моста с монолитными железобетонными пролетными строениями (3-й и 4-й уровни)

Целевая функция модели при принятии в качестве критерия оптимальности маржинального дохода может быть записана следующим образом:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\alpha C_{ij} - Z_{ij}) X_{ij} \rightarrow \max, \quad (3.4)$$

где  $m$  - количество объектов строительства или ремонта сооружений из портфеля заказов дорожной организации;  $n$  - количество видов работ по объектам производственной программы;  $i$  - порядковый номер объекта;  $j$  - порядковый номер работ;  $\alpha$  - коэффициент снижения стоимости работ по сравнению со сметной ценой по результатам торгов;  $C_{ij}$  - сметная стоимость единицы работ вида  $j$  при ее выполнении на объекте  $i$ ;  $Z_{ij}$  - прямые затраты на единицу работ вида  $j$  при ее выполнении на объекте  $i$ ;  $X_{ij}$  - объем работ вида  $j$  при его выполнении на объекте  $i$ .

При этом должны выполняться следующие ограничения:

1) по производственным возможностям организации, определяемым наличием лимитированных ресурсов:

а) на численность определенной категории персонала:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_q X_{ij} \leq L_q, \quad q = 1, \dots, Q, \quad (3.5)$$

б) на время использования определенных видов машин и оборудования

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n k_p X_{ij} \leq K_p, \quad p = 1, \dots, P, \quad (3.6)$$

в) на количество дефицитных материалов и конструкций

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n r_s X_{ij} \leq R_s, \quad s = 1, \dots, S; \quad (3.7)$$

2) вызванные необходимостью обязательного выполнения собственными силами отдельных видов работ в соответствии с за-

ключенными договорами и сроками сдачи объектов в эксплуатацию

$$X_{ij} \leq V_{ij}; \quad (3.8)$$

3) на неотрицательность переменных

$$X_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, m, \quad (3.9)$$

где  $I_q$  - удельные затраты в человеко-днях  $q$  - категории персонала дорожной организации на выполнение  $j$  - вида работ на  $i$  -м объекте;

$Q$  - рассматриваемое количество категорий персонала;

$L_q$  - полезный фонд рабочего времени  $q$  - категории персонала;

$k_p$  - удельные затраты в машино-часах  $p$  - вида машин или оборудования на выполнение  $j$  - вида работ на  $i$  -м объекте;

$P$  - рассматриваемое количество видов машин и оборудования;

$K_p$  - полезный фонд времени работы  $p$  - вида машин и оборудования;

$r_s$  - удельный расход в натуральных единицах измерения  $s$  - вида материалов или конструкций на выполнение  $j$  - вида работ на  $i$  -м объекте;

$S$  - рассматриваемое количество видов материалов и конструкций;

$R_s$  - имеющееся наличие  $q$  - вида материалов или конструкций в дорожной организации;

$V_{ij}$  - объем  $j$  - вида работ на  $i$  -м объекте, подлежащий обязательному выполнению в течение планового периода.

Следует отметить, что возможности оптимизации производственной программы дорожной организации в целом по описанным выше моделям (см. табл. 2) могут иметь место далеко не всегда из-за отсутствия требуемых исходных данных по ряду включенных в нее объектов строительства или ремонта дорожных сооружений. В этом случае целесообразно осуществить локальную оптимизацию той части или частей программы, по которым такая информация имеется. Например, если в производственную программу предприятия входит несколько объектов ремонта, по которым известна вся необходимая информация для оптимизации плановых решений, и



несколько объектов строительства, по которым такой информации нет, вполне допустимо осуществлять по заданным критериям локальную оптимизацию ремонтных работ, так как даже такая оптимизация позволит повысить эффективность деятельности дорожной организации.

Таблица 14

Виды экономико-математических моделей в зависимости от уровня агрегации плановых объемов работ

Целевая функция F	Искомая переменная $X_i$	Коэффициент целевой функции $q_i$	Вид ограничений (2)	Удельный расход ресурса $a_{ji}$
Первый уровень				
Максимизация дохода, прибыли	Объемы работ в единицах мощности сооружения, (км, м <sup>2</sup> и т.д.)	Удельная прибыль (доход) на единицу измерения сооружения	Трудовые кадры, специальные машины и оборудование	Удельный расход на единицу мощности сооружений
Второй уровень				
Максимизация прибыли, минимизация издержек	Объемы работ в единицах измерения конструктивных частей сооружений	Удельная прибыль (издержки) на единицу измерения части сооружения	Трудовые кадры, специальные машины и оборудование	Удельный расход на единицу конструктивной части
Третий уровень				
Максимизация прибыли, минимизация издержек	Объемы работ в единицах измерения конструктивных элементов сооружения	Удельная прибыль (издержки) на единицу измерения конструктивного элемента	Трудовые кадры, специальные и специализированные машины и оборудование	Удельный расход на единицу конструктивного элемента
Четвертый уровень				
Максимизация маржинального дохода, минимизация издержек	Объемы отдельных видов работ в натуральных единицах измерения	Удельный маржинальный доход (издержки) на единицу работы	Все основные виды материально - технических и трудовых ресурсов	Удельный расход на единицу отдельной работы

Наконец, в процессе формирования производственной программы может возникнуть ситуация, при которой объемы и виды дорожных работ на плановый год строго определены и поэтому их оптимизация с точки зрения варьирования их структуры в плановом периоде не требуется. В этом случае при наличии соответствующих исходных данных можно осуществлять оптимизации производственной программы по времени или ресурсам, используя методы календарного планирования и, в частности, сетевые методы планирования и управления производством [3].

Очень важным в современных условиях, как уже указывалось, является учет при составлении производственной программы факторов риска и неопределенности ее реализации, который может осуществляться двумя способами.

Первый из них, наиболее широко распространенный на практике, предполагает двухэтапную процедуру разработки программы [1]. На первом этапе формируется так называемый базисный вариант производственной программы, исходя из умеренно пессимистических условий ее реализации. На втором этапе, наряду с базисным, производится анализ и всех других возможных сценариев реализации программы, на основе которого устанавливаются зоны достаточно устойчивых (по отношению к факторам) плановых решений.

Второй способ предусматривает разработку не детерминированной, а стохастической модели производственной программы, которая формируется исходя из следующих предположений [6]:

1) все задаваемые ее параметры  $Z$  являются случайными величинами с математическим ожиданием  $M(Z)$  и средним квадратическим отклонением  $\sigma(Z)$ , определяемыми по формулам

$$M(Z) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K Z_i, \quad (3.10)$$

$$\sigma(Z) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K [x_i - M(Z)]^2}{K - 1}}. \quad (3.11)$$

где  $Z_i$  –  $k$ -е значение случайной величины (параметра);

$K$  – общее количество принимаемых в рассмотрение значений случайного параметра;

2) распределение всех рассматриваемых случайных параметров (удельных дохода, прибыли, издержек; удельных показателей расхода ресурсов и показателей их наличия) подчиняется нормальному закону распределения случайных величин.

Тогда стохастическую модель производственной программы применительно к виду (3.1) - (3.3) можно представить следующим образом:

$$M(F) = \sum_{i=1}^n M(q_i)X_i \rightarrow \max(\min), \quad (3.12)$$

$$\sum_{i=1}^n [M(a_{ij})X_i + t(\mu_j)D_j] \leq M(A_j), \quad (3.13)$$

$$D_j = \sqrt{\delta^2(a_{ij}) + \delta^2(A_j)}, \quad (3.14)$$

$$V_{\min i} \leq X_i \leq V_{\max i}, \quad (3.15)$$

$$i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m},$$

где  $t(\mu_j)$  - параметр функции распределения нормального стандартного закона (определяется в зависимости от принимаемого уровня вероятности, с учетом которого должно выполняться заданное ограничение).

Реализация всех вышеприведенных детерминированных моделей осуществляется методами линейного, а вероятностной модели - стохастического математического программирования, которые подробно рассматриваются в работах [6 -8,13].

Вместе с тем следует иметь в виду, что, несмотря на относительную простоту формирования стохастической модели производственной программы, ее реализация может дать достаточно надежные (достоверные) результаты только при условии выполнения гипотезы о нормальном распределении всех случайных величин, входящих в модель. Если проверка этой гипотезы на практике вызывает значительные сложности, то при учете факторов неопределенно-

сти и риска осуществления производственной программы целесообразнее использовать первый способ, который на конкретных примерах рассматривается далее.

### 3.3. Учет факторов неопределенности и риска при разработке производственной программы дорожной организации

В настоящее время при разработке производственных программ дорожные организации, как показал выполненный анализ, имеют место разные виды неопределенности исходных данных о плановых объемах работ, необходимых для их формирования, которые могут быть описаны тремя следующими ситуациями (табл. 15).

Таблица 15

Виды неопределенности информации о заключенных контрактах при формировании производственной программы

№ п/п	Вид неопределенности	Характеристика условий разработки производственной программы	Метод учета неопределенности и риска
1	Интервальная	Портфель заказов не сформирован. Предполагается заключение новых контрактов; вероятность его не известна.	Методы принятия решений в условиях полной неопределенности
2	Вероятностная	Портфель заказов не сформирован. Предполагается заключение новых контрактов; вероятность их получения может быть оценена или известна.	Анализ сценариев, «дерева решений», имитационного моделирования
3	Неопределенность отсутствует	Заключены контракты на все объекты программы. Известны плановые объемы работ.	Анализ чувствительности, сценариев, имитационного моделирования

Первые две из них исходят из того, что портфель заказов предприятия полностью не сформирован и поэтому перед ним стоит альтернатива участия или неучастия в дальнейших торгах. Кроме того, предприятие должно решить еще два очень важных для формирования производственной программы вопроса:

1) в каких именно торгах ему целесообразно принять участие, если по своей профессиональной направленности оно имеет возможность выбора;

2) какую цену оно может заплатить за повышение вероятности выигрыша по результатам торгов.

Ситуация интервальной неопределенности заключения контрактов на выполнение дорожных работ возникает тогда, когда вероятности их получения не могут быть даже приблизительно оценены. В такой ситуации известными являются только потенциальные выигрыши при заключении контрактов и потери дорожной организации при проигрыше торгов для двух полярных состояний рынка соответствующих дорожных услуг: благоприятного для предприятия и неблагоприятного. Интегральной оценкой выигрыша от получения любого контракта может быть прибыль, получаемая предприятием от его реализации, а проигрыша при неблагоприятном стечении обстоятельств - «бросовые» затраты на принятие участия в торгах.

В этом случае для выработки политики участия дорожной организации в дальнейших торгах следует использовать методы принятия решений в условиях полной неопределенности, которые были рассмотрены в подглаве 2.2. Следует отметить, что, конечно, получаемое в таких условиях решение рассматриваемой задачи будет иметь гипотетический характер, однако, несмотря на высокую степень неопределенности, даже такое решение может иметь существенное значение при выборе производственной стратегии деятельности предприятий в плановом году.

Для иллюстрации этого рассмотрим следующий пример. Допустим, что дорожная организация по своему производственно-финансовому положению может участвовать в торгах на выполнение трех следующих видов дорожных работ: строительству участка дороги, ремонту большого моста и устройству ряда гофрированных труб. Платежная матрица по этим объектам, определяющая потенциальные выигрыши и проигрыши организации в случае благоприятного и неблагоприятного для нее исхода торгов, представлена в табл. 16.

Матрица выигрышей и проигрышей дорожной  
организации по результатам торгов

Варианты участия предприятия в торгах	Показатели выигрышей и проигрышей (млн. руб.) при состоянии рынка дорожных услуг	
	благоприятном	неблагоприятном
1. Строительство участка дороги	50	-7
2. Ремонт большого моста	28	-1
3. Устройство ряда гоф- рированных труб	10	-2
4. Неучастие в торгах	0	0

Для оценки целесообразности участия предприятия в рассматриваемых торгах используем универсальную формулу Гурвица (см. табл.6) при рекомендуемой в официальных методических указаниях [9] умеренной величине склонности к риску, равной 0,3.

После подстановки в нее показателей платежной матрицы получим

$$R_1 = 50 \times 0,3 + (-7) \cdot 0,7 = 7,1 \text{ млн. руб.};$$

$$R_2 = 28 \times 0,3 + (-1) \cdot 0,7 = 7,7 \text{ млн. руб.};$$

$$R_3 = 10 \times 0,3 + (-2) \cdot 0,7 = 1,6 \text{ млн. руб.};$$

$$R_4 = 0 \times 0,3 + 0 \cdot 0,7 = 0 \text{ млн. руб.}$$

Результаты выполненных расчетов по принятому критерию свидетельствуют о том, что дорожной организации имеет смысл принять участие в объявленных торгах на все виды дорожных работ, поскольку в случае выигрыша любого из тендеров она получает определенную выгоду по сравнению с отказом от участия в нем.

Понятно, что при участии в любых торгах предприятие сознательно идет на риск потери средств, затраченных на их организацию. Однако в данном примере этот риск при участии в торгах на ремонт большого моста можно считать вполне оправданным, так как упущенная (от неучастия в этих торгах) выгода предприятия на 6,7 млн. руб. превышает требуемые для ее получения организационные затраты (7,7...1,0). Следовательно, данная дорожная организация

при формировании производственной программы должна в первую очередь предусмотреть подготовку или привлечение соответствующих кадров для выполнения мосторемонтных работ и потенциально необходимые для их выполнения изменения в структуре машинного парка.

Ситуация вероятностной неопределенности заключения контрактов на выполнение дорожных работ позволяет существенно повысить эффективность и надежность плановых решений, принимаемых при разработке производственной программы, особенно тогда, когда вероятности возможных сценариев результатов торгов базируются не просто на экспертных оценках, а на специальных маркетинговых исследованиях.

Для примера предположим, что дорожная организация может участвовать в торгах на строительство двух объектов: большого и малого мостов. Вероятности выигрыша торгов до и после проведения маркетинговых исследований известны. Также известными являются показатели расчетной прибыли от реализации контрактов на строительство указанных объектов и требуемые издержки предприятия на организацию торгов и проведение маркетинговых исследований (табл. 17).

Таблица 17

Исходные данные для оценки целесообразности участия дорожной организации в торгах

Вид торгов	Вероятность выигрыша		Расчетная прибыль, млн. руб.	Требуемые издержки, млн. руб.	
	без исследований	с исследованиями		без исследований <sup>1)</sup>	с исследованиями <sup>2)</sup>
Большой мост	0,4	0,5	80	8	20
Малый мост	0,4	0,8	30	3	7,5

Примечания к таблице:

<sup>1)</sup> требуемые издержки на организацию торгов приняты в размере 1% от контрактной стоимости объектов, которая определена исходя из получения прибыли от их реализации в размере 10%;

2) требуемые издержки на проведение маркетинговых исследований по указанным видам торгов приняты пропорционально затратам на их организацию.

На основе приведенных данных выполним расчеты ожидаемой прибыли от результатов торгов.

По большому мосту эта прибыль маркетинговых исследований без проведения будет равна:

$$P_{\text{ож}} = 0,4 \times 80 + 0,6 \times (-8) = 27,2 \text{ млн. руб.};$$

а с их проведением

$$P_{\text{ож}} = 0,5 \times 80 + 0,5 \times (-20) = 30,0 \text{ млн. руб.}$$

По малому мосту ожидаемая прибыль маркетинговых исследований без проведения будет равна:

$$P_{\text{ож}} = 0,4 \times 30 + 0,6 \times (-3) = 10,2 \text{ млн. руб.};$$

а с их проведением

$$P_{\text{ож}} = 0,8 \times 30 + 0,2 \times (-7,5) = 14,4 \text{ млн. руб.}$$

Проанализируем полученные данные.

Во-первых, совершенно очевидно, что вкладывать дополнительные средства в маркетинговые исследования по изучению конъюнктуры торгов на строительство большого моста нецелесообразно, так как требуемые для этого 20 млн. руб., дают прирост ожидаемой прибыли только на 2,8 млн. руб. при повышении вероятности выигрыша в них только на 0,1.

Во-вторых, вполне экономически оправданными являются затраты на проведение маркетинговых исследований по изучению конъюнктуры торгов на строительство малого моста, поскольку не только существенно увеличивается вероятность выигрыша, но и примерно на 40% увеличивается ожидаемая прибыль от результата торгов.

Таким образом, в данном случае дорожной организации целесообразно не только участвовать в торгах на строительство малого моста, но и вкладывать деньги в дополнительное исследование конъюнктуры их проведения.

Теперь рассмотрим представленную в табл. 15 ситуацию № 3, когда неопределенность в отношении планируемых объемов работ по строительству или ремонту дорожных сооружений отсутствует,



поскольку все контракты на их выполнение подписаны государственным заказчиком до начала планового периода. Такие благоприятные условия формирования производственной программы предприятий встречаются в последнее время в дорожном хозяйстве не часто, что объясняется, как уже отмечено выше, как снижением спроса на дорожные услуги, так и потенциальной необходимостью их оказания (по требованию заказчика) в год подписания контракта.

Безусловно, даже наличие полной определенности в отношении портфеля заказов дорожной организации на плановый период не является основанием для разработки детерминированного варианта производственной программы, поскольку в таком случае разработчики не смогут рассмотреть все другие факторы неопределенности и риска, связанные с ее формированием. Данная ситуация свидетельствует только о детерминированности портфеля государственных заказов предприятия, в рамках которого может осуществляться оптимизация производственной программы с учетом факторов неопределенности и риска ее реализации. Для этого может использоваться весь предлагаемый в современной экономической литературе арсенал методов такого учета [1, 5, 8, 95, 13, 16, 18], некоторые из которых достаточно подробно рассматривались и применительно к дорожному хозяйству.

#### Контрольные вопросы

1. Какие принципы должны приниматься во внимание при оптимальном планировании производственной программы дорожной организации?
2. Назовите возможные критерии оптимизации производственной программы и область их применения.
3. Какие виды экономико-математических моделей могут использоваться для оптимального планирования производственной программы?
4. Как осуществляется учет факторов неопределенности и риска при разработке производственной программы?

## **4. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ДОРОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ**

### **4.1. Основные методические положения по разработке производственной программы дорожной организации**

В общем случае разработка годовой производственной программы (плана строительного производства) дорожной организации предусматривает осуществление трех последовательно выполняемых этапов плановых мероприятий: формирование портфеля заказов; формирование базисного варианта программы (составление перечня объектов и видов работ, подлежащих выполнению в рассматриваемом периоде с учетом неопределенности заключения ряда контрактов, и оптимизация производственной программы по заданному критерию), проверка устойчивости результирующих показателей эффективности реализации программы к изменению условий ее осуществления.

Рассмотрим подробно порядок реализации каждого из приведенных этапов.

#### **I. Формирование портфеля заказов**

Формирование портфеля предусматривает следующий порядок действий.

1. В зависимости от профиля деятельности, уровня специализации и мощности дорожной организации устанавливается перечень конкурсных и аукционных торгов на оказание дорожных услуг, в которых она может выступить в качестве претендента на получение государственных или корпоративных заказов на их выполнение.

2. По каждому виду торгов на основе принятых качественных и количественных критериев (в соответствии с рекомендациями подглавы 3.3) оценивается степень целесообразности участия в них дорожной организации.

3. По тем тендерам, в которых участие предприятия признано целесообразным, перед подачей заявок производится анализ условий их проведения и контрактных обязательств, а также изучение

потенциальных конкурентов в данном сегменте рынка дорожных услуг.

4. В ходе изучения конкурентов (в соответствии с рекомендациями главы 2) определяются альтернативные стратегии участия в торгах как рассматриваемой дорожной организации, так и предполагаемых ее противников (контрагентов) и на основе анализа возможных в процессе тендеров ситуаций методами теории игр устанавливаются наиболее целесообразные стратегии поведения на них дорожной организации.

5. В случае выигрыша в торгах их предметы (объекты, комплексы работ и отдельные виды работ) включаются в портфель заказов дорожной организации. Портфель заказов предприятия считается сформированным и детерминированным, если объемы содержащихся в нем дорожных работ обеспечивают достаточную его загрузку и устойчивое финансовое положение в течение планового года.

6. Формирование портфеля предприятия на плановый период может продолжаться и после его начала при условии целесообразности участия дорожной организации в последующих торгах, что, однако, не исключает необходимости разработки ее производственной программы в условиях интервальной или интервально-вероятностной неопределенности получения новых заказов на выполнение дорожных работ.

## II. Формирование базисного варианта производственной программы

Формирование базисного варианта плана строительного производства дорожной организации предусматривает определение плановой номенклатуры и объемов работ в зависимости от состояния портфеля заказов дорожной организации.

В общем случае оно предусматривает разработку двух разделов производственной программы (табл.18). Первый из них составляется из объемов работ по переходящим с отчетного года объектам и объемам работ из сформированного к началу планового года портфеля заказов. Второй раздел составляется из ожидаемых объ-

емов работ, контрактные соглашения по которым могут быть достигнуты в плановом году с той или иной степенью неопределенности.

Раздел 1 производственной программы содержит показатели контрактной стоимости работ по всем пусковым и задельным объектам, ожидаемые объемы выполнения работ на начало планового года по переходящим объектам, общие объемы товарной продукции по сдаваемым в эксплуатацию объектам в течение планового периода с указанием срока их ввода и показатели распределения объемов работ по исполнителям и по кварталам года.

К разделу 1 производственной программы должно обязательно разрабатываться приложение, в котором содержатся пообъектные перечни основных видов строительно-монтажных или ремонтных работ в натуральных единицах измерения с указанием требуемых для их выполнения дефицитных материально-технических и трудовых ресурсов. Фрагмент такого приложения применительно к производственной программе мостостроительной организации представлен в табл.19

#### Порядок разработки раздела 1 производственной программы и приложения к ней

Разработка указанных плановых документов в большинстве случаев представляет собой многоитерационный процесс, который осуществляется в такой последовательности:

1. Сначала составляется исходный вариант производственной программы, который предусматривает включение в нее всей имеющейся совокупности объектов или комплексов работ из портфеля дорожной организации. При этом в приложении к производственной программе (см. табл. 19), наряду с физическими объемами работ, обязательно указывается и требуемая потребность предприятия в дефицитных для их выполнения видах производственных ресурсов. На этой же стадии формирования производственной программы производится предварительное распределение работ: на выполняемые собственными силами и передаваемые субподрядчикам.

Таблица 18

Годовая производственная программа работ мостостроительной организации  
Раздел 1. По переходящим объектам и объектам из сформированного портфеля заказов

№п/п	Наименование объектов строительства и реконструкции искусственных сооружений	Контрактная стоимость работ, млн. руб.	Ожидаемое выполнение работ на начало года млн. руб.	План ввода в действие		Объем работ на плановый год, млн. руб.		
				Объем товарной продукции, млн. руб.	Срок ввода в действие	Всего	в том числе по исполнителям	
							собственными силами	субподрядчиками
Пусковые объекты								
1	Строительство моста через реку Белая	350	200	350	05.07	150	100	50
2	Реконструкция моста через реку Свирь	196	125	196	15.12	71	71	-
3	Итого	546	325	546	-	221	171	50
Объекты задела								
4	Строительство путепровода на 125 км дороги Корин - Ризниково	213	48	-	-	96	96	-
5	Ремонт моста через ручей Сок	479	-	-	-	125	100	25
6	Реконструкция моста через реку Чирь	275	75	-	-	100	100	-
7	Итого	967	123	-	-	321	296	25
8	Всего	1513	448	546	-	542	467	75
В том числе по кварталам года:								
9	первому	-	-	-	-	122	97	25
10	второму	-	-	350	-	145	120	25
11	третьему	-	-	-	-	166	141	25
12	четвертому	-	-	196	-	109	109	-

## Раздел 2. По объектам, контрактные соглашения по которым могут быть достигнуты в плановом году

№ п/п	Наименование объектов строительства и реконструкции искусственных сооружений	Ожидаемые значения показателей по результатам торгов						
		Контрактная стоимость работ, млн. руб.	Ожидаемое выполнение работ	Объем товарной продукции, млн. руб.	Срок ввода в действие	Объем работ на плановый год, млн. руб.		
						Всего	в том числе по исполнителям	
						собственными силами	субподрядчиками	
Пусковые объекты								
1	Строительство железобетонных труб на автомобильной дороге Коль - Снежинок	15.01	65	0,7	8,3	65	65	-
Объекты задела								
2	Строительство пешеходного моста по договору с муниципалитетом	21.06	48	0,9	4,0	30	30	-
3	Строительство моста по договору с металлургическим комбинатом	04.10	125	1,5	17,2	93	81	12
4	Строительство путепровода в г. Солнечногорске	12.10	215	2,3	20,6	124	94	30
5	Итого		453	5,4	50,1	312	270	42
	В том числе по кварталам:							
6	первому	-	-	-	-	30	30	-
7	второму	-	-	-	-	82	70	12
8	третьему	-	-	-	-	110	95	15
9	четвертому	-	-	-	-	90	75	15

Таблица 19

## Приложение к производственной программе работ мостостроительной организации (фрагмент)

№п/п	Наименование объектов, видов или комплексов работ	Единица измерения	Объем работ	Прибыль на единицу работ, тыс. руб.	Потребность в лимитированных ресурсах			
					Наименование ресурсов (материалов, конструкций, машин, кадров специалистов)	Единица измерения	Количество	
							На единицу работ	На весь объем
1. Строительство моста через р. Белая								
1	Устройство мостового полотна	100 м <sup>2</sup>	73	2,5	Деформационные швы «Маурер»	100 м	0,5	36,5
2	Монтаж вантовых пролетных строений	100 м <sup>2</sup>	43	430	Конструкции пилонов Ванты из 19 витых канатов Установки для натяжения вант	Т т маш.-ч	31 5,3 54	1333 227 2322
3	Сооружение надфундаментной части опор	100 м <sup>3</sup>	63	28	Защита бетонных поверхностей составом «Кальматрон»	т	0,1	6,3
4	Устройство набивных свайных ростверков	100 м <sup>3</sup>	14	67	Оборудование для устройства набивных свай	маш.-ч	28	392
2. Реконструкция моста через реку Свирь								
1	Переустройство проезжей части моста	100 м <sup>2</sup>	125	16	Геосетка ССНП Гидроизоляция «Мостопласт» Деформационные швы «Маурер»	100м <sup>2</sup> 100м <sup>2</sup> 100 м	90 96 0,5	11250 12000 62,5
...	...	...	...	...	...	...	...	...

2. Если имеющиеся в дорожной организации ресурсы обеспечивают выполнение исходного варианта раздела 1 производственной программы, то этот вариант принимается в качестве базового и приступают к разработке ее второго раздела.

3. Если же имеющихся основных ресурсов оказывается недостаточно для реализации исходного варианта производственной программы, то возникает необходимость ее оптимизации, которая выполняется согласно рекомендациям, изложенным в подглаве 3.2.

Оптимизация производственной программы может выполняться в виде нескольких последовательных итераций, что обусловлено различными возможностями и целесообразностью привлечения в дорожную организацию тех или иных видов недостающих ресурсов. Так, в мостостроении есть ресурсы, которые невозможно приобрести ни при каких обстоятельствах (специалисты по монтажу уникальных конструкций), есть ресурсы, которые нельзя получить без предварительного заказа (конструкции металлических ферм из специальных легированных сталей). Наконец есть ресурсы, которые нецелесообразно приобретать, так как эффект от их использования не перекрывает требуемые для их приобретения или аренды издержки.

4. После оптимизации базисного варианта производственной программы производится проверка конечных результатов ее реализации на устойчивость, которая осуществляется согласно рекомендациям, приведенным в подглаве 3.3 настоящей работы.

#### Порядок разработки раздела 2 производственной программы

1. Необходимость разработки данного раздела производственной программы возникает в том случае, если в плановом году ожидается не только заключение новых контрактов на выполнение дорожных работ, но и их частичное или полное осуществление в течение этого года.

2. Раздел 2 производственной программы дорожной организации, как видно из табл.18, содержит уже не детерминированные (как



раздел 1), а ожидаемые по результатам торгов показатели объемов работ на плановый год, а также связанные с их проведением затраты предприятия и показатели ожидаемого эффекта от заключения контрактов.

3. Разработка раздела 2 производственной программы осуществляется в два этапа.

На первом этапе формируется его исходный вариант. Он предусматривает рассмотрение всех без исключения видов объектов торгов, в которых может участвовать дорожная организация с целью заключения контрактов на частичное и полное выполнение дорожных работ в плановом году.

На втором этапе производится отсеивание из общего списка тех объектов торгов, участие в которых по тем или иным причинам (например, малая вероятность стать победителем, превышение затрат на их организацию над получаемым эффектом) является нецелесообразным для дорожной организации (см. рекомендации подглавы 3.3).

### III. Проверка устойчивости результирующих показателей производственной программы к изменению условий ее осуществления

1. Необходимость выполнения данного этапа разработки производственной программы возникает в том случае, если при заданном уровне агрегации планируемых в ней объемов дорожных работ возможны существенные изменения в удельных показателях дохода (прибыли) от их выполнения, а также в нормах расхода лимитированных ресурсов или в их наличии на предприятии.

2. Оценка устойчивости производственной программы к условиям ее реализации осуществляется в такой последовательности:

1) определяются возможные пределы изменения параметров разработанной на предыдущем этапе ее базисной экономико-математической модели;

2) на основе решения двойственной задачи линейного программирования проводится анализ чувствительности результиру-

щих показателей программы (маржинального дохода или прибыли; объемов выполняемых работ) к изменению ее параметров;

3) если при заданных пределах изменения параметров не удастся получить устойчивое решение задачи, осуществляют оптимизацию производственной программы на основе реализации стохастической модели линейного программирования.

#### 4.2. Пример разработки производственной программы дорожной организации

Для иллюстрации вышеизложенной методики оптимизации производственной программы рассмотрим пример ее разработки применительно к мостостроительной организации, выполняющей в соответствии со сформированным портфелем заказов строительство двух автодорожных путепроводов.

Один из них, представляющий собой монолитное железобетонное пролетное строение на железобетонных опорах со свайным основанием, является переходящим пусковым. Длина сооружения – 99,25 м, габарит -  $2((Г-15,25+2 \times 0,75))$ .

Второй путепровод, имеющий сталежелезобетонное пролетное строение, является вновь начинаемым задельным. Его длина - 126,50 м, габарит  $-2(Г-15,25+2 \times 1,5)$ .

Сметная стоимость строительно-монтажных работ по сооружению первого путепровода оценивается в 87, 755 млн. руб., второго - 95, 075 млн. руб.

Исходные данные для разработки оптимальной производственной программы и ее числовая экономико-математическая модель представлены в табл. 20.

При реализации представленной модели сначала будем исходить из того, что ее детерминированные параметры отражают умеренно пессимистические условия выполнения производственной программы, т.е. характеризуют некий базовый плановый сценарий ее осуществления, который может соответствовать фактическому только с определенной долей вероятности.

Таблица 20

## Числовая экономико-математическая модель производственной программы

Виды работ	Единица измерения	Нормы затрат лимитированных ресурсов						Планируемый объем работ	Маржинальный доход (руб.)	Обозначения видов работ и исковых их объемов
		Рабочие-строители (чел.-ч)	Машины (чел.-ч)	Краны	Экскаваторы	Металлоконструкции, т				
						опалубка	подмости			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Путепровод с монолитным железобетонным пролетным строением (переходящий пусковой)										
Устройство мостового полотна										
Устройство оклеечной гидроизоляции "мостопласт"	м <sup>2</sup>	1,2	0,05	0,001	-	-		3400	362	X <sub>1</sub>
Устройство оклеечной гидроизоляции на тротуарах из материала "техноэластмост-С"	м <sup>2</sup>	1,08	0,05	0,001	-	-		150	297	X <sub>2</sub>
Устройство закрытого продольного дренажа	пог.м	0,96	0,47	-	-	-		200	355	X <sub>3</sub>
Устройство деформационных швов типа "Maurer Söhne" марка Д50	пог.м	25,1	0,74	-	-	-		72	27017	X <sub>4</sub>
Устройство трехслойного асфальтобетонного покрытия общей толщиной 150 мм	м <sup>2</sup>	0,08	0,04	-	-	-		3000	613	X <sub>5</sub>
Устройство покрытия из литого асфальта на тротуарах	м <sup>2</sup>	0,15	0,01	-	0,025	-		150	222	X <sub>6</sub>

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Изготовление и установка мостового металлического оцинкованного барьерного ограждения	пог.м	3,44	0,25	0,04	0,07	-		412	4304	X <sub>7</sub>
Изготовление и установка металлического перильного ограждения	пог.м	66,49	0,01	-	-	-		195	14285	X <sub>8</sub>
Устройство сопряжения с насыпью подходов										
Отсыпка конусов	м <sup>3</sup>	0,15	0,08	-	-	-		18880	331	X <sub>9</sub>
Устройство монолитных железобетонных переходных плит	м <sup>3</sup>	6,31	0,56	0,48	-			210	5574	X <sub>10</sub>
Устройство дорожной одежды над переходными плитами	м <sup>2</sup>	2,07	0,14	0,037	-			500	1006	X <sub>11</sub>
Укрепление откосов конусов и подходной насыпи	м <sup>2</sup>	1,35	0,04	-	-			1500	362	X <sub>12</sub>
Устройство лестничных сходов по откосам насыпи	м <sup>3</sup>	14,78	2,75	-	-			6	5695	X <sub>13</sub>
Устройство металлического перильного ограждения на лестничных сходах	т	66,49	0,01	-	-			2	31120	X <sub>14</sub>

Окончание табл. 20

Путепровод со сталежелезобетонным пролетным строением (вновь начинаемый задельный)										
Сооружение устоев										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Устройство основания из железобетонных свай	м <sup>3</sup>	4,69	2,54	-	-			19,9	10729	X <sub>15</sub>
Устройство насадок устоев из монолитного железобетона	м <sup>3</sup>	39,6	10,69	7,59	-	0,09		48	13763	X <sub>16</sub>
Устройство тела опор выше обреза фундамента	м <sup>3</sup>	46,09	11,81	8,7	-	0,09		48	13763	X <sub>17</sub>
Сооружение промежуточных опор										
Устройство основания из буронабивных свай	м <sup>3</sup>	4,16	4,02	7,96	-			149	12253	X <sub>18</sub>
Устройство тела опор выше обреза фундамента	м <sup>3</sup>	41,76	11,06	-	-	0,09		86	13763	X <sub>19</sub>
Сооружение пролетного строения										
Изготовление и монтаж опорных частей "Maurer Söhne"	шт.	28,86	1,08	-	-			8	76073	X <sub>20</sub>
Монтаж металлических пролетных строений	т	25,07	4,31	0,51	-		0,3	220	39010	X <sub>21</sub>
Окраска сталежелезобетонных пролетных строений	т	2,62	0,23	0,17	-			214,5	311	X <sub>22</sub>
Устройство плиты проезжей части из монолитного железобетона с окраской	м <sup>3</sup>	33,4	2,87	1,77	-		0,3	374	9200	X <sub>23</sub>
Объем выделяемых ресурсов		30000	5000	2000	350	10	100			

Для рассмотрения возможных вариантов оптимизации производственной программы сформируем согласно (3.4) - (3.9) математическую модель этой задачи.

Целевую функцию представим следующим образом:

$$362,66 x_1 + 297,64 x_2 + 355,22 x_3 + 27017,72 x_4 + 613,89 x_5 + 222,66 x_6 + \dots + 4304,43 x_7 + 1428,65 x_8 + 331,59 x_9 + 5574,04 x_{10} + 1006,28 x_{11} + 362,91 x_{12} + \dots + 5695,60 x_{13} + 31120,11 x_{14} + 10729,55 x_{15} + 13763,03 x_{16} + 13763,03 x_{17} + \dots + 12253,90 x_{18} + 13763,03 x_{19} + 76073,00 x_{20} + 39010,05 x_{21} + 311,64 x_{22} + \dots + 9200 x_{23} \rightarrow \max.$$

Ограничения по производственным возможностям организации (определяемым наличием лимитированных ресурсов) запишем следующим образом:

а) на трудозатраты рабочих-строителей (чел.-ч):

$$1,20 x_1 + 1,08 x_2 + 0,96 x_3 + 25,1 x_4 + 0,08 x_5 + 0,15 x_6 + 3,44 x_7 + \dots + 66,49 x_8 + 0,15 x_9 + 6,31 x_{10} + 2,07 x_{11} + 1,35 x_{12} + 14,78 x_{13} + \dots + 66,49 x_{14} + 4,69 x_{15} + 39,60 x_{16} + 46,09 x_{17} + 4,16 x_{18} + 41,76 x_{19};$$

б) на трудозатраты рабочих-машинистов (чел.-ч):

$$0,05 x_1 + 0,05 x_2 + 0,47 x_3 + 0,74 x_4 + 0,04 x_5 + 0,01 x_6 + 0,25 x_7 + 0,01 x_8 + \dots + 0,08 x_9 + 0,56 x_{10} + 0,14 x_{11} + 0,04 x_{12} + 2,75 x_{13} + 0,01 x_{14} + 2,54 x_{15} + \dots + 10,69 x_{16} + 11,81 x_{17} + 4,02 x_{18} + 11,06 x_{19} + 1,08 x_{20} + 4,31 x_{21} + 0,23 x_{22} + \dots + 2,87 x_{23} \leq 5000;$$

в) на время использования кранов на автомобильном ходу (до 16т):

$$0,001 x_1 + 0,001 x_2 + 0,04 x_7 + 0,48 x_{10} + 0,037 x_{11} + 7,59 x_{16} + 8,7 x_{17} + 7,96 x_{18} + 0,51 x_{21} + 0,17 x_{22} + 1,77 x_{23} \leq 2000;$$

г) на время использования экскаваторов одноковшовых дизельных на гусеничном ходу:

$$0,025 x_6 + 0,07 x_7 \leq 350;$$

д) на объем применения металлоконструкций опалубки (т):

$$0,09 x_{16} + 0,09 x_{17} + 0,09 x_{19} \leq 10;$$

е) на объем применения металлоконструкций подмостей (т):

$$0,25 x_{21} + 0,25 x_{23} \leq 100.$$

Ограничения, вызванные необходимостью обязательного выполнения объемов работ (предусмотренных заключенными догово-

рами и сроками сдачи объектов в эксплуатацию), представим в следующем виде:

$$\begin{aligned} x_1 \leq 3400, & \quad x_2 \leq 150, & \quad x_3 \leq 200, & \quad x_4 \leq 72, & \quad x_5 \leq 3000, \\ x_6 \leq 150, & \quad x_7 \leq 412, & \quad x_8 \leq 195, & \quad x_9 \leq 18880, & \quad x_{10} \leq 210, \\ x_{11} \leq 500, & \quad x_{12} \leq 1500, & \quad x_{13} \leq 6, & \quad x_{14} \leq 2, & \quad x_{15} \leq 19,9, \\ x_{16} \leq 48, & \quad x_{17} \leq 48, & \quad x_{18} \leq 149, & \quad x_{19} \leq 86, & \quad x_{20} \leq 8, \\ x_{21} \leq 220, & \quad x_{22} \leq 214,5, & \quad x_{23} \leq 374. \end{aligned}$$

Ограничения на неотрицательность переменных запишем в общем виде:

$$0 \leq X_i ; i = 1, 2, \dots, 23.$$

При анализе устойчивости искомой производственной программы к потенциально возможным условиям ее реализации будем полагать, что принятые при ее составлении удельные нормы затрат всех видов ресурсов не претерпят существенных изменений в процессе выполнения программы в связи с использованием традиционных методов производства работ. Вместе с тем будем учитывать, что по расчетам отдела ценообразования сметного управления непредвиденное удорожание отдельных видов работ может привести к снижению удельной фактической прибыли от их выполнения по сравнению с плановыми показателями на 4,45%.

Решая эту задачу симплекс-методом линейного программирования в системе электронных таблиц Microsoft Excel и проводя анализ сформированной таким образом производственной программы на устойчивость, получим следующие результаты (табл.21).

Как видно из табл.21, полученный оптимальный базисный вариант производственной программы является достаточно устойчивым к указанным выше возможным изменениям условий ее реализации, так как при 4,45%-ном снижении планируемых значений удельной фактической прибыли структура ее не меняется.

Однако даже такая устойчивость базисного сценария осуществления производственной программы по отношению к изменению основных производственных факторов не исключает необходимости рассмотрения и других потенциально возможных (и в первую оче-

редь негативных) условий ее реализации. Для иллюстрации этого примем к рассмотрению еще три достаточно вероятных (по прогнозу отдела маркетинга) сценария производственной деятельности мостостроительной организации.

В первом сценарии у дорожной организации по прогнозу отдела труда и заработной платы в процессе реализации производственной программы появится проблема текучести кадров, что непосредственно приведет к снижению на 20% фактического полезного фонда времени работы специалистов и машин.

Таблица 21

### Результаты расчетов (базисный сценарий)

#### I. Искомые объемы работ и допустимые изменения удельной прибыли от их выполнения

Обозначение работ	Единица измерения	Оптимальный объем работ	Нормированная стоимость	Целевой коэффициент	Допустимое увеличение	Допустимое уменьшение
1	2	3	4	5	6	7
X <sub>1</sub>	м <sup>2</sup>	3400	0,00	362,66	1E+30	51,84
X <sub>2</sub>	м <sup>2</sup>	150	0,00	297,64	1E+30	16,62
X <sub>3</sub>	пог.м	107	0,00	355,22	31,15	73,53
X <sub>4</sub>	пог.м	72	0,00	27017,72	1E+30	20563,52
X <sub>5</sub>	м <sup>2</sup>	3000	0,00	613,89	1E+30	585,27
X <sub>6</sub>	м <sup>2</sup>	150	0,00	222,66	1E+30	184,69
X <sub>7</sub>	пог.м	412	0,00	4303,43	1E+30	3382,43
X <sub>8</sub>	пог.м	0	-15188	1428,64	15188,12	1E+30
X <sub>9</sub>	м <sup>3</sup>	13279	0,00	331,59	1103,10	274,63
X <sub>10</sub>	м <sup>3</sup>	210	0,00	5574,04	1E+30	3058,12
X <sub>11</sub>	м <sup>2</sup>	500	0,00	1006,27	1E+30	451,17
X <sub>12</sub>	м <sup>2</sup>	1500	0,00	362,91	1,34E+18	16,15
X <sub>13</sub>	м <sup>3</sup>	6	0,00	5695,60	1E+30	1324,99
X <sub>14</sub>	т	2	0,00	31120,11	1E+30	14503,33
X <sub>15</sub>	м <sup>3</sup>	20	0,00	10729,55	1E+30	8931,92
X <sub>16</sub>	м <sup>3</sup>	42	0,00	13763,03	8928,32	638,36



X <sub>17</sub>	м <sup>3</sup>	0	-1990	13763,03	1989,86	1E+30
-----------------	----------------	---	-------	----------	---------	-------

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5	6	7
X <sub>18</sub>	м <sup>3</sup>	149	0,00	12253,9	1E+30	9562,49
X <sub>19</sub>	м <sup>3</sup>	69	0,00	13763,03	638,36	717,86
X <sub>20</sub>	шт.	8	0,00	76073	1E+30	68595,50
X <sub>21</sub>	т	220	0,00	39010,05	1E+30	31641,52
X <sub>22</sub>	т	0	-414	311,64	413,82	1E+30
X <sub>23</sub>	м <sup>3</sup>	137	0	9200,00	349,82	5285,88

## II. Искомые значения ограничений и допустимые пределы их изменения

Обозначение ограничения	Единица измерения	Искомое значение	Теневая цена	Ограничение (правая часть)	Допустимое увеличение	Допустимое уменьшение
а)	чел.-ч	30000	249,87	30000	469,74	408,31
б)	чел.-ч	5000	246,33	5000	35,60	40,95
в)	маш.-см	2000	83,12	2000	43,36	132,42
г)	маш.-см	350	10876,34	350	15,82	13,75
д)	т	10	6707,45	10	0,49	0,43
е)	т	89,22	0	100	1E+30	10,78

Во втором сценарии при осуществлении производственной программы предприятие сталкивается с нехваткой оборотных средств, обусловленной непредвиденным повышением дебиторской задолженности из-за несвоевременных расчетов за выполненные работы и предоставленные услуги, а также недостаточным развитием кредитно-финансовых механизмов управления движением оборотных средств. Поэтому в связи с необходимостью пополнения оборотных средств за счет привлечения дополнительных кредитных ресурсов, ожидаемое снижение удельной прибыли от выполнения работ по сооружению устоев и промежуточных опор составит примерно 30%.

В третьем сценарии мостовую организацию ожидает недопоставка металлических конструкций сталежелезобетонных пролетных строений в размере 10% от общего количества, вызванная снижением производственных мощностей завода-изготовителя. Это вызывает не только сокращение объемов работ по монтажу пролетных строений путепровода на 10%, но и снижение удельной прибыли от их выполнения на 15%.

Результаты расчетов по указанным сценариям формирования производственной программы приведены в табл. 22. В этой же таблице по каждому варианту показаны также объемы работ в натуральном выражении, которые мостостроительному предприятию целесообразно передавать субподрядным организациям.

Следует отметить, что в настоящее время привлечение предприятий к субподрядной деятельности осуществляется генподрядными дорожными организациями не на безвозмездной основе, так как согласно существующей практике, а также ряду внутрифирменных нормативных документов, при передаче объемов работ субподрядным организациям они получают так называемый «генподрядный бонус».

Таблица 22

Результаты оптимизационных расчетов  
по второму и третьему сценариям

Обозначение работ	Единица измерения	Объем работ	Второй сценарий		Третий сценарий		Четвертый сценарий	
			в том числе		в том числе		в том числе	
			Собственными силами	субподрядчиками	собственными силами	субподрядчиками	собственными силами	субподрядчиками
1	2	3	4	5	6	7	8	9
X <sub>1</sub>	м <sup>2</sup>	3400	3400	0	3400	0	3400	0
X <sub>2</sub>	м <sup>2</sup>	150	150	0	150	0	150	0

Продолжение табл. 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
X <sub>3</sub>	пог.м	200	0	200	200	0	200	0
X <sub>4</sub>	пог.м	72	72	0	72	0	72	0
X <sub>5</sub>	м <sup>2</sup>	3000	3000	0	3000	0	3000	0
X <sub>6</sub>	м <sup>2</sup>	150	150	0	150	0	150	0
X <sub>7</sub>	пог.м	412	412	0	412	0	412	0
X <sub>8</sub>	пог.м	9,33	0	9,33	0	9,33	0	9,33
X <sub>9</sub>	100м <sup>3</sup>	189	105	83,7	133	56,0	133	56,0
X <sub>10</sub>	м <sup>3</sup>	210	210	0	210	0	210	0
X <sub>11</sub>	м <sup>2</sup>	500	500	0	500	0	500	0
X <sub>12</sub>	м <sup>2</sup>	1500	1500	0	1500	0	1500	0
X <sub>13</sub>	м <sup>3</sup>	6	6	0	6	0	6	0
X <sub>14</sub>	т	2	2	0	2	0	2	0
X <sub>15</sub>	м <sup>3</sup>	20	20	0	20	0	20	0
X <sub>16</sub>	м <sup>3</sup>	48	18	30	32	16	40	8
X <sub>17</sub>	м <sup>3</sup>	48	0	48	0	48	0	48
X <sub>18</sub>	м <sup>3</sup>	149	149	0	149	0	149	0
X <sub>19</sub>	м <sup>3</sup>	86	58	28	42	44	71	15
X <sub>20</sub>	шт.	8	8	0	8	0	7	0
X <sub>21</sub>	т	220	220	0	220	0	198	0
X <sub>22</sub>	т	214,5	0	214,5	0	215	0	193
X <sub>23</sub>	м <sup>3</sup>	374	16	358	180	194	151	185

В среднем этот бонус, который по своему экономическому содержанию приравнивается к прибыли, составляет 10% от сметной стоимости работ, хотя в соответствии с рекомендациями Госстроя [12] его величина не должна превышать 4%.

В данном примере примем величину генподрядного бонуса в размере 8% и на основе выполненных расчетов произведем сопоставительную оценку рассматриваемых сценариев производственной программы мостостроительной организации (табл.23).

Показатели эффективности сценариев  
производственной программы

Наименование показателей	Единица измерения	Значения показателей по сценариям			
		Базисный	Второй	Третий	Четвертый
Маржинальный доход	млн. руб.	27,65	25,08	26,65	23,41
Генподрядный бонус	млн. руб.	2,26	3,38	2,10	1,71
Итого доходов	млн. руб.	29,91	28,46	28,75	25,12
Уровень использования трудозатрат рабочих-машинистов	чел.-ч	35000	28000	34760	34990
Уровень использования кранов на пневмоколесном ходу	маш.-см	2000	1600	2000	2000
Уровень использования дизельных экскаваторов на гусеничном ходу	маш.-см	350	280	350	350
Уровень использования металлоконструкций опалубки	т	10	6,79	6,65	10
Уровень использования металлоконструкций подмостей	т	89,22	58,94	100	87,32

Из анализа показателей табл.23 следует, что наилучшим является базисный вариант производственной программы, который характеризуется как наибольшим маржинальным доходом, так и более эффективным использованием дефицитных ресурсов. Вместе с тем понятно, что при его реализации мостостроительная организация должна абстрагироваться от ряда потенциальных рисков, учтенных при формировании второго, третьего и четвертого сценариев производственной программы.

Может ли она пойти на игнорирование этих рисков или нет трудно сказать, так как это решение связано с рассмотрением многих факторов, практически не поддающихся формализации. Однако

очевидным является то, что в данном случае благодаря выполненным расчетам зона нахождения наилучшего варианта производственной программы (которая в общем случае стремится к бесконечности) может быть ограничена только четырьмя сценариями, т.е. степень неопределенности его поиска неформальными методами сокращена до вполне разумных пределов.

#### Контрольные вопросы

1. Опишите основные этапы разработки производственной программы дорожной организации.
2. В чем состоит проверка устойчивости результирующих показателей производственной программы к изменению условий ее осуществления?
3. Расскажите о критерии и допущениях, принятых при разработке примера (приведенного в учебном пособии) оптимизации производственной программы мостостроительной организации.
4. Какие выводы можно сделать из анализа результатов его решения?

## Литература

1. Виленский, П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: учеб. пособие/ П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2002. – 888 с.
2. Гальперин, В.М. Микроэкономика. В 2 т./ В.М. Гальперин, С.М. Игнатъев, В.И. Моргунов; под общ. ред. В.М. Гальперина. - СПб: Экономическая школа, 2002.Т1 – 349 с., Т2 –503 с.
3. Гарманов, Е.Н. Строительство мостов. Организация, планирование и управление/ Е.Н. Гарманов [и др.]. - М.: Транспорт,1985.-231 с.
4. Гарманов, Е.Н. Использование экономико-математических моделей для оптимизации распределения объемов работ по объектам/ Е.Н. Гарманов, Н.П. Добрякова // Техничко-экономические проблемы повышения эффективности дорожного хозяйства: сб. науч. тр. МАДИ (ГТУ). – М.: МАДИ, 2009.-С.107-112.
5. Дингес, Э.В. Методы снижения неопределенности исходных данных при оценке эффективности дорожных проектов/ Э.В. Дингес, Лу Хань// Дороги и мосты: сборник. – М.: Росавтодор, 21/1, 2009.
6. Курицкий, Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0./Б.Я. Курицкий. –СПб: ВHV - Санкт-Петербург, 1997.
7. Леонников, А.В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel/ А.В. Леонников. - СПб: БХВ - Петербург, 2005. - 704 с.
8. Мадера, А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте: руководство для будущих топ-менеджеров/ А.Г. Мадера. – М.: Изд-во ЛКИ, 2010.
9. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция); М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК РФ по стр-ву, архит. и жил. политике. – М.: ОАО «НПО Издательство Экономика», 2002. – 421 с.
10. Мишин, Е.С. Методические основы определения стоимости объектов транспортной инфраструктуры с использованием со-

временных информационных технологий: автореф. ... канд. экон. наук/ Е.С. Мишин.– М.: МАДИ, 2004. -25 с.

11. Мулен, Р. Теория игр с примерами из математической экономики / Р. Мулен; пер. с франц. -М.: Мир, 1985. - 198 с.

12. Рекомендации о порядке определения стоимости услуг, оказываемых генподрядными организациями субподрядчикам; Госстрой СССР. - М., 1990.-6 с.

13. Таха, Х. Введение в исследование операций. Т. 2/ Х. Таха. – М.: Мир, 1985. – 496 с.

14. Саати, Л. Математические модели конфликтных ситуаций/ Л. Саати. - М.: Наука, 1986.

15. Тимати, К. Процесс проведения подрядных торгов в США/ К.Тимати (Internet. [http://www.coinvest.ru/rabce/archive/prosess\\_USA.doc](http://www.coinvest.ru/rabce/archive/prosess_USA.doc)).

16. Шапкин, А.С. Теория риска и моделирование рисковых ситуаций/ А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - М.: Даков и К, 2008.

17. Экономика дорожного хозяйства: учебник для вузов / А.А. Авсеенко, Е.Н. Гарманов, Э.В. Дингес [и др.]. – М.: Транспорт, 1990. – 247 с.

18. Экономика предприятия: учебник для вузов; под ред. Ф.К.Беа, Э. Дихтла, М.Швайтцера; пер. с нем. – М.: ИНФРА.- М, 1999. – 928 с.

19. Федеральный закон ФЗ-94 «О размещении заказов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд»/ Утв. Президентом Российской Федерации от 21 июля 2005. –М.: Кремль, 2005.- 75 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
1. Роль оптимального планирования производственной программы дорожной организации в обеспечении эффективного ее функционирования. . . . .	5
2. Принципы и методы формирования портфеля заказов дорожной организации . . . . .	13
2.1. Принципы совершенствования системы подрядных торгов и условий формирования портфеля заказов дорожной организации. . . . .	13
2.2. Методы оптимизации стратегий поведения дорожных организаций при конкурсной системе организации подрядных торгов. . . . .	23
3. Принципы и методы формирования оптимальной производственной программы дорожной организации в рыночных условиях хозяйствования. . . . .	41
3.1. Принципы и критерии оптимального планирования производственной программы дорожной организации в условиях неопределенности и риска ее реализации. . . . .	41
3.2. Экономико-математические модели и методы оптимального планирования производственной программы дорожной организации. . . . .	55
3.3. Учет факторов неопределенности и риска при разработке производственной программы дорожной организации. . . . .	67
4. Методика формирования производственной программы дорожной организации в условиях риска и неопределенности ее реализации. . . . .	73
4.1. Основные методические положения по разработке производственной программы дорожной организации. . . . .	73
4.2. Пример разработки производственной программы дорожной организации. . . . .	81
Литература. . . . .	93



Учебное издание

**ДИНГЕС** Эмилий Викторович  
**ГУЖОВ** Станислав Александрович

**ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ДОРОЖНОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ В СЛОЖНЫХ КОНЪЮНКТУРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Учебное пособие

*Редактор Н.П. Лапина*

Подписано в печать 25.04.2013 г.  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура «Ариал». Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 4,8.  
Тираж 300 экз. Заказ  
Цена 100 руб.

Ротапринт МАДИ.  
125319, Москва, Ленинградский проспект, 64