

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

А.А. НЕЧИТАЙЛО, С.Г. МАТВЕЕВ, А.А.ГНУТОВА

ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ
ВНЕДРЕНИЯ В МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО
ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

С А М А Р А
Издательство СГАУ
2006

УДК 655.5/5
ББК У50я7
Н 593



Инновационная образовательная программа
"Развитие центра компетенции и подготовка
специалистов мирового уровня в области аэро-
космических и геоинформационных технологий"

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Н. Н. Тихонов
д-р техн. наук, проф. В. Л. Балакин

Н 593 **Нечитайло А.А.**
**Применение социально-экономических методов для оценки
целесообразности внедрения в массовое производство тех-
нических инноваций: Учеб. Пособие / А.А. Нечитайло,
С.Г. Матвеев, А.А. Гнутова .Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – Сама-
ра, 2006. – 190 с.**

ISBN 5-7883-0505-5

В учебном пособии рассмотрены особенности моделирования социально-экономических систем с точки зрения оценки целесообразности внедрения научно-технических новшеств в массовое производство; применение на практике математических методов исследования; изложены методы опроса, применяющиеся при оценке целесообразности открытия бизнеса, определены их преимущества и недостатки.

Рассмотрены основные направления прикладного системного анализа, принципы их исследования, методология.

Приведены конкретные математические модели и процедуры организационно-экономического механизма оценки целесообразности открытия бизнеса.

Приведены примеры, таблицы и рисунки, отражающие рассматриваемые вопросы.

УДК 655.5/5
ББК У50я7

ISBN 5-7883-0505-5

© Нечитайло А.А., Матвеев С.Г.,
Гнутова А.А., 2006
© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	137
1. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	
1.1. Моделирование как метод познания.....	
1.2. Виды моделирования.....	
1.3. Математическое моделирование.....	
1.4. Имитационное моделирование.....	
1.5. Компьютерное моделирование.....	
1.6. Визуализация модели.....	
1.7. Моделирование социально-экономических процессов..	
1.8. Моделирование в социологии и экономике.....	
2. ПРИМЕНЕНИЕ МАССОВЫХ ОПРОСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НОВШЕСТВ.....	
2.1. Массовые опросы при диагностике социально-экономических систем.....	
2.2. Уровни измерения.....	
2.3. Классификация уровней измерения.....	
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	
3.1. Виды анализа данных.....	
3.2. Одномерный анализ: табулирование и представление данных.....	
3.3. Анализ связи между двумя переменными.....	
3.4. Корреляция, регрессия.....	
3.5. Системный подход при моделировании объектов социально-экономической природы.....	
3.6. Проблемы внедрения результатов системного анализа новшеств.....	
3.7. Проблемы оценки целесообразности внедрения новшеств..	

4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ВНЕДРЕНИЯ ВУЗОВСКИХ НОВШЕСТВ.....

- 4.1. Основные понятия и определения
- 4.2. Задача выбора взаимосогласованных решений.....
- 4.3. Взаимосогласованный организационно-экономический механизм управления.....
- 4.4. Формирование и реализация механизмов управления...
 - 4.4.1. Взаимосогласованный по объему работ механизм управления.....
 - 4.4.2. Взаимосвязанный по объему и уровню качества работ механизм управления.....
 - 4.4.3. Оценка и стимулирование участников по обеспечению объема и качества работ.....

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....

ВВЕДЕНИЕ

Одним из результатов научно-технического прогресса является создание научно-технических новшеств. Массовость внедрения некоторых из них в общественное производство и потребление во многом определяет уровень развития страны. Понятно, что не все научно-технические новшества достойны массового внедрения и не все внедренные новшества определяют социально-экономическое развитие общества. Возникает вопрос: как определить ценность каждого конкретного научно-технического новшества с точки зрения его важности для общественного производства и потребления? Как и по каким критериям можно оценить место данного новшества в иерархии потребностей общества? Известно, что основным потребителем товаров является население, основными производителями этих товаров являются промышленные предприятия, а доводит товары до населения торгово-розничная сеть. Что касается технических новшеств, то очевидно, что массово потребляться они будут только в том случае, когда их параметр «цена-качество» будет соответствовать запросам населения. Для обеспечения приемлемости данного параметра прежде всего необходимо минимизировать затраты в цепочке: «разработка новшества – массовое внедрение и производство новшества – реализация новшества населению». При этом нужно понимать, что любое новшество внедряется в производство и потребление в общественно-экономической среде, поэтому всегда необходимо изучать и учитывать социальные эффекты, сопровождающие внедрение новшества. Это прежде всего так называемые «человековедческие» аспекты: вопросы, связанные с психологическими проблемами личности; социально-психологическим климатом в коллективах; проблемами мотивации трудовой деятельности и учетом, в частности, поведенческого менталитета работников, участвующих во внедрении новшеств.

В настоящее время нельзя назвать область человеческой деятельности, в которой в той или иной степени не использовались бы методы социологии и моделирования. Особенно это относится к области управления и бизнеса. Применение методов социологии в бизнесе позволяет перерабатывать информацию, поступающую из

внешней среды, о происходящих в ней явлениях; позволяет прогнозировать, в некотором смысле предсказать будущее, которое ожидает реальный объект, модель которого исследуется; принимать решения с целью социально-экономического планирования и управления процессами внедрения в том числе и научно-технических новшеств.

Таким образом, можно утверждать, что при внедрении научно-технических новшеств в массовое производство и потребление необходимо решать не только организационно-экономические, но и социально-психологические проблемы, или обобщая – нужно решать социально-экономические проблемы.

В связи с этим в учебном пособии рассматривается моделирование социально-экономических процессов внедрения новшеств в производство с целью определения востребованности их обществом (потребителями).

Применение методов социологии в бизнесе позволяет перерабатывать информацию, поступающую из внутренней и внешней среды, о происходящих в них явлениях; прогнозировать, в некотором смысле предсказать будущее, которое ожидает реальный объект, модель которого исследуется; принимать решения с целью социально-экономического планирования и управления процессами внедрения в том числе и научно-технических новшеств.

Применение экономических методов и процедур реализации производственных задач позволяет формализовать реальные производственные процессы с целью прогнозирования их экономической эффективности при внедрении новшеств.

Применение массовых опросов в бизнесе помогает выявить аспекты, влияющие на повышение коммерческой эффективности работы торгово-розничной сети, а также те аспекты, которые могут помочь в развитии торговли и повышении рентабельности торговых точек, создать серьезную эмпирическую базу мерчендайзинга, которая имела бы реальное применение, например, в магазинах, с использованием солидных и проверенных линий поведения.

Наибольшие затруднения и наиболее серьезные ошибки при моделировании возникают при переходе от содержательного к формальному описанию объектов исследования, что объясняется участием в этом процессе коллективов разных специальностей: специалистов

в области систем, которые требуется моделировать и специалистов в области машинного моделирования. Эффективным средством для нахождения взаимопонимания между этими группами специалистов является математический язык, позволяющий во главу угла поставить вопрос об адекватности перехода от содержательного описания системы к ее математической формулировке, а лишь затем решать вопрос о конкретном методе получения результатов с использованием ЭВМ.

В связи с этим важное место в процессе принятия решения о целесообразности внедрения в массовое производство конкретного новшества в конкретных социально-экономических условиях занимают применяемые методики, алгоритмы, математические модели, процедуры и критерии оценки.

1. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

1.1. Моделирование как метод познания

Модель (от лат. Modulus – мера, образец) – упрощенное представление явлений или объектов действительности, относящихся к природе и обществу, в виде схем, изображений, описаний, математических формул, какого-либо реального предмета (явления или процесса), изучаемое как их аналог.

Особенностью моделей в общественных науках, отличающей их от моделей, применяемых в естествознании, является то, что они отображают явления, непосредственно связанные с деятельностью человека или социальных групп.

Модели выполняют следующие функции [23]:

- познавательную (дает возможность заглянуть в суть изучаемых явлений, лучше понять их);
- прогнозирования (позволяет в некотором смысле предсказать будущее, ожидающее реальный объект, модель которого исследуется);
- принятия решений с целью (социального) планирования и управления (социальными) процессами;
- совершенствования измерения.

Моделирование – это изучение объектов познания с помощью их моделей. При этом исследователь имеет дело не с реальным объектом, а с его моделью. Иначе говоря, при моделировании осуществляется построение и изучение моделей реально существующих объектов или явлений.

Моделирование во многом основывается на рассуждении по аналогии на основании сходных данных. При этом данные могут изменяться, в соответствии с чем расширяются выразительные возможности модели. Изменяющиеся данные, параметры объекта называются переменными. Переменные бывают внутренними и внешними, управляемыми и неуправляемыми, случайными или неопределенными.

Внутренние переменные – собственные параметры объекта. Остальные переменные модели являются внешними, т.е. не определяются в самой модели, а задаются некоторым образом извне.

Управляемые переменные выбираются руководителем или исследователем по своему усмотрению.

Неуправляемые переменные не зависят от воли субъекта исследования: их значения можно лишь регистрировать. Эти переменные могут быть случайными, т.е. распределенными по некоторому вероятностному закону, или неопределенными, т.е. неконтролируемыми и не имеющими вероятностной природы.

Результаты, которые получают при исследовании модели, переносятся, приписываются реальному объекту. Адекватность подобного “знания” о реальном объекте или явлении зависит от того, насколько удачной была построенная модель. Научная практика моделирования в естествознании позволяет говорить о том, что это один из наиболее эффективных методов познания окружающего нас мира.

Моделирование используется не только с целью получения и исследования более доступного и дешевого “заместителя” реального объекта или явления. Оно может осуществляться также до того, как будет, например, построен реальный (искусственный) объект или общественная практика столкнется с некоторым природным или общественным явлением. Несуществующие до сей поры объекты или явления *моделируются*, и в процессе моделирования выявляются возможные их основные характеристики, определяются рациональные способы их построения, оптимальные приемы управления ими и, наконец, прогнозируются критические ситуации, которые не исключены при функционировании конструируемых объектов.

Моделирование является одним из основных методов познания, формой отражения действительности и заключается в выяснении или воспроизведении тех или иных свойств реальных объектов, предметов и явлений с помощью других объектов, процессов, явлений либо с помощью абстрактного описания в виде изображения, плана, карты, совокупности управлений, алгоритмов и программ.

1.2 Виды моделирования

Различают следующие виды моделирования:

- концептуальное моделирование, при котором совокупность уже известных фактов или представлений относительно исследуемого объекта или системы истолковывается с помощью некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественного или искусственного языков. Концептуальной моделью называется содержательная модель, при формулировке которой используются теоретические концепты и конструкторы данной предметной области знания. В более широком смысле под концептуальными моделями понимают содержательную модель, базирующуюся на определенной концепции или точке зрения. Формулировка концептуальной модели нередко представляет собой достижение определенного уровня абстрагирования на пути от предварительного описания объекта к его формальной модели;
- физическое моделирование, при котором модель и моделируемый объект представляют собой реальные объекты или процессы единой или различной физической природы, причем между процессами в объекте-оригинале и в модели выполняются некоторые соотношения подобия, вытекающие из схожести физических явлений;
- структурно-функциональное моделирование, при котором моделями являются схемы (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования;
- математическое (логико-математическое) моделирование, которое осуществляется средствами математики и логики;
- имитационное (программное) моделирование, при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера;
- компьютерное (вычислительное) моделирование, которое производится средствами компьютерных технологий (средствами вычислительной техники).

Перечисленные выше виды моделирования не являются взаимоисключающими и могут применяться при исследовании сложных объектов либо отдельно, либо в некоторой комбинации.

1.3. Математическое моделирование

Математическое моделирование – использование математического языка и аппарата для описания и последующего анализа основных свойств социальных явлений и процессов.

Математическое моделирование дает возможность заменить непосредственный анализ основных свойств социально-экономических явлений анализом свойств и характеристик математических объектов (моделей). Математическая модель социально-экономического объекта представляет собой некоторый набор формальных соотношений между величинами (показателями) модели, разделяемых на *параметры* и *переменные*. Параметры модели обычно отражают внешние условия и слабо меняющиеся характеристики. Переменные модели отражают основные для данного исследования характеристики; анализ изменения их значений представляет главную цель моделирования.

Для построения математических моделей используются методы следующих разделов математики:

- теории дифференциальных и интегральных уравнений;
- теории случайных процессов;
- теории исследования операций.

С помощью дифференциальных уравнений (обыкновенных или в частных производных) строятся детерминистские модели. Теория случайных или стохастических процессов изучает явления, управляемые вероятностными законами, и используется для построения вероятностных моделей. Эти модели оказываются достаточно простыми для аналитических вычислительных целей и в то же время настолько содержательными, что с их помощью удастся получить существенные результаты. При применении теории исследования операций решаются задачи, которые позволяют определить оптимальный вариант развития моделируемой системы.

При математическом моделировании можно выделить два взаимосвязанных этапа:

- постановка задачи и построение модели;
- исследование сформированной модели средствами конкретной математической теории.

На первом этапе происходит выбор объекта моделирования; изучение его структуры и свойств; выделение основных факторов, влияющих на объект; выбор переменных, параметров модели и математического аппарата для построения и реализации; построение конкретных математических структур (уравнений, алгоритмов и т.п.).

На втором этапе применяют конкретные методы исследования в рамках выбранного математического аппарата, позволяющие делать выводы об основных чертах поведения моделируемого объекта.

1.4. Имитационное моделирование

Моделирование рассматривается как имитационное, а соответствующая модель называется имитационной, если она столь сложна, что для получения результатов, касающихся ее поведения, приходится привлекать современные электронно-вычислительные машины (ЭВМ) или, как сейчас чаще говорят, компьютеры. Под имитацией в таком случае понимается проведение на компьютерах различных серий экспериментов с моделями, которые представлены в качестве некоторого набора (комплекса) программ для компьютера. Имитационной является та модель, которая специально предназначена для исследования в *режиме имитации*, т.е. для сравнения характеристик (конструкций, управлений) моделируемого объекта путем вариантных просчетов.

Поскольку в действительности невозможно избежать случайных внешних воздействий на изучаемый объект, то при имитационном моделировании (при условии привлечения ЭВМ) особую роль имеет возможность многократного воспроизведения моделируемых процессов с последующей их статистической обработкой. На основе набираемых в ходе компьютерных экспериментов статистик делаются выводы в пользу того или иного варианта функционирования, или, к примеру, конструкции моделируемого реального объекта или сущности явления.

Центральное место в имитационной системе занимает банк моделей (точнее, их программных реализаций). Используемые в имитационной системе модели можно подразделить на две группы: проблемные и стандартные.

Проблемные модели описывают изменение переменных состояния системы в ходе учитываемых процессов. Например, модель динамики численности Ферхюльста-Пирла или агрегированная модель экономики являются проблемными [11]. Стандартные модели реализуют хорошо изученные классы математических задач, для которых известны методы решения. Например, задача линейного программирования может быть реализована как стандартная модель.

Одну и ту же ситуацию можно формализовать с помощью разных стандартных моделей. Так, проблему размещения производственных предприятий можно описать моделью линейного программирования, а можно и более сложной моделью, учитывающей нелинейность связей. Одну и ту же динамическую систему можно описать системой обыкновенных дифференциальных уравнений или системой уравнений в частных производных и т.д.

С другой стороны, одна и та же стандартная модель может применяться для формализации различных по содержанию объектов. Например, с помощью задачи линейного программирования можно решать проблемы оптимального распределения ресурсов предприятия, а можно составлять оптимальный рацион. Система обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами может описывать процессы, происходящие в механических, химических, экономических системах и т.д.

Проблему информационного обеспечения моделирования решает банк данных имитационной системы, состоящий из базы данных и системы управления ею. База данных содержит необходимую для моделирования информацию (числовые значения параметров, начальных условий, динамические ряды и т.п.), организованную в соответствии с выбранной моделью данных.

Наиболее широко при имитации используется реляционная модель данных, представляющая их в виде таблиц. База данных может включать также разного рода вспомогательную информацию

(сведения об источниках данных, инструкции для пользователей, архивные материалы и т.п.).

Для удобства работы с информацией применяется система управления базой данных (СУБД), обеспечивающая возможность ввода, просмотра, выборки и редактирования данных. Имеется большое количество готовых СУБД, которые можно включать в имитационную систему непосредственно или после определенной надстройки.

1.5. Компьютерное моделирование

Под компьютерной моделью понимают:

- условный образ объекта или некоторой системы объектов (или процессов), описанный с помощью взаимосвязанных компьютерных таблиц, блок-схем, диаграмм, графиков, рисунков, анимационных фрагментов, гипертекстов и т.д. и отображающий структуру и взаимосвязи между элементами объекта. Компьютерные модели такого вида называют *структурно-функциональными*;

- отдельную программу, совокупность программ, программный комплекс, позволяющий с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных, как правило, случайных факторов. Такие модели называют *имитационными моделями*.

Компьютерное моделирование – это метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели. Суть компьютерного моделирования заключается в получении количественных и качественных результатов на основе имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др. Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных, характеризующих систему.

Целью компьютерного моделирования является не только описание существующих явлений в поведении объекта, но и предска-

ние его поведения в нестандартных ситуациях. Одно из основных направлений использования компьютерного моделирования – поиск оптимальных вариантов внешнего воздействия на объект с целью получения наивысших показателей его функционирования.

Этапы компьютерного моделирования (Рис. 1):

- выбор целей моделирования;
- построение объектно-ориентированных моделей на основе использования инструментальных программных средств;
- исследование построенных моделей;
- интерпретация результатов исследования в терминах исходной задачи;
- анализ полученных моделей на адекватность рассматриваемому явлению.

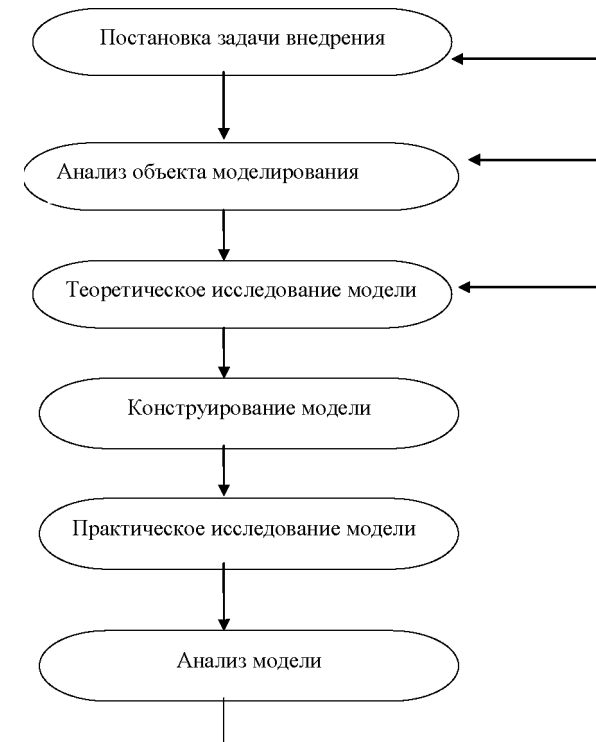


Рис. 1. Этапы компьютерного моделирования

Построенные математические модели с помощью *методов компьютерного моделирования* реализуются в виде алгоритмов, используемых для создания инструментальных программных средств.

Методы компьютерного моделирования разделяют по объекту моделирования социальных процессов на два уровня. Каждый из них подразделяется соответственно на несколько различных типов, характеризующихся выбранным математическим аппаратом, использованным для построения математической модели.

Основные методы компьютерного моделирования:

- *микромоделирование*
 - *мультиагентное моделирование,*
 - *моделирование клеточных автоматов,*
 - *моделирование очередей;*
- *макромоделирование*
 - *моделирование динамических систем,*
 - *моделирование экспертных систем.*

Моделирование вообще и компьютерное имитационное моделирование в частности получают применение в таких информационных технологиях как:

1. Компьютерные программы, включающие в себя электронные учебники, тренажеры, лабораторные практикумы, тестовые системы, деловые игры, использующие компьютерные имитаторы.
2. Системы на базе мультимедиа технологий, построенные с использованием персональных ЭВМ, видеотехники, накопителей на оптических дисках, включая системы виртуальной реальности.
3. Интеллектуальные и обучающие экспертные системы, широко использующие имитационный подход в различных предметных областях.
4. Распределение базы данных по отраслям знаний, электронные библиотеки, распределенные и централизованные издательские системы.
5. Средства телекоммуникации, включающие в себя электронную почту, телеконференции, локальные и региональные сети связи, цифровые сети интегрального обслуживания и т.д. с использованием новых интеллектуальных сетевых технологий.

6. Геоинформационные системы, базирующиеся на технологии, объединяющей компьютерную картографию и системы управления базами данных и реализующие технологию создания многослойной электронной карты, опорный слой которой описывает географию территории, а каждый из остальных слоев – один из аспектов состояния территории.

7. Технологии защиты информации, включая защиту от несанкционированного доступа в ПЭВМ, защиту от перехвата в сетях и т.п.

1.6. Визуализация модели

Визуализация – представление физического явления или процесса в форме, удобной для зрительного восприятия.

Эффективный путь для визуализации модели – применение специальных программных средств, которые предоставляют широкие графические возможности при моделировании. Инструментальные программные средства позволяют удобно представить числовые и другие данные в виде графиков, диаграмм и т.д. С помощью различных средств анимации можно проследить динамику развития тех или иных процессов и объектов, наглядно представить результаты функционирования модели. Компьютер дает возможность представления (на экране) всех параметров и их взаимосвязи, что, в свою очередь, облегчает работу по исследованию компьютерной модели.

Так как конечной целью являются расчеты, то созданная модель может включать:

- структурную диаграмму;
- уравнения, связывающие переменные и константы;
- другие данные, необходимые для расчетов (начальные условия, значения параметров и др.).

1.7. Моделирование социально-экономических процессов

Под социально-экономическим процессом понимается:

- а) последовательное изменение состояний или элементов социально-экономической системы и ее подсистем любого социального объекта;

б) либо любая, поддающаяся идентификации, повторяющаяся модель социально-экономических взаимодействий – конфликт, кооперация, конференция, дифференциация и т.д.

1) По динамике процесса различают:

- социально-экономический процесс функционирования, обеспечивающий воспроизводство качественного состояния объекта;
- социально-экономический процесс развития, обуславливающий переход объекта к качественно новому состоянию; развитие может быть прогрессивным и регрессивным, эволюционным и революционным.

2) По объекту (человечество, общество, класс, организация, малая группа).

3) По степени управления (стихийный, естественно-исторический, целенаправленный).

Формализация – это отображение результатов мышления в точных понятиях и утверждениях.

В математике и формальной (математической) логике под формализацией обычно понимают отображение содержательного знания в знаковом формализме или формализованном языке.

Для описания изучаемых социально-экономических феноменов можно использовать язык алгебраических или дифференциальных уравнений. Для анализа структуры социально-экономических процессов можно использовать языки теории множеств и теории графов. Для анализа данных применяется язык теории вероятностей.

Полная формализация какой-либо теории в настоящее время не представляется возможной, что обуславливается сложностью социально-экономических явлений. Однако те или иные элементы формализации используются в любом исследовании. Необходимым шагом при использовании любого математического метода является построение.

1.8. Моделирование в социологии и экономике

Моделирование в социологии и экономике – это метод исследования социальных и экономических явлений и процессов на их моделях, т.е. опосредованное изучение социальных-экономических объектов, в процессе которого они воспроизводятся во вспомогательной системе (модели), замещающей в познавательном процессе оригинал и позволяющей получать новое знание о предмете исследования.

Имеются два подхода к построению модели общественных процессов: *локальный* и *глобальный*. В локальном случае рассматривается поведение нескольких индивидов (личностей) или групп и на основе их локального взаимодействия показывается общее развитие общества. Описываются объекты исследования: человек, семья, группа. Задаются возможные состояния объектов, перечисляются факторы внутреннего и внешнего воздействия и определяются правила, по которым объекты моделирования развиваются и взаимодействуют друг с другом и с внешней средой.

При глобальном подходе рассматривается весь социум (этнос, государство, все человечество), исследуются общие для всех характеристики (например политическая система). Как правило, при глобальном подходе исследуются большие промежутки времени (несколько десятков или сотен лет), так как тогда на динамике социума менее сказывается поведение отдельного человека, партии и т.п. Для изучения выбирается объект исследования, выделяется его структура (элементы функциональной зависимости), определяется интервал времени (век, тысячелетие).

Западные исследования рассматривают данные подходы с точки зрения различных уровней абстракции, говоря о “восходящей” (bottom-up) и “нисходящей” (top-down) моделях. В восходящей модели идут от модели индивидуального взаимодействия к модели группового, что, в свою очередь, ведет к модели общества в целом. А в нисходящем случае наоборот – от модели общества в целом “спускаются” к моделям группового и индивидуального взаимодействия.

Исходя из вышесказанного строятся соответствующие математические модели.

Выделяются следующие критерии классификации математических моделей социально-экономических процессов:

- тип математического аппарата, посредством которого осуществляется формализация процесса. Основное различие связано с тем, является ли модель стохастической (вероятностной, случайной, то есть характер изменения точно предсказать невозможно) или детерминистской (определенной, причинно-обусловленной). Другие подклассификации относятся к типу используемых переменных: непрерывное или дискретное время; является ли зависимая переменная непрерывной или же представляет дискретные состояния;

- основная функция моделей процессов в теоретическом и эмпирическом исследовании. В соответствии с этой основной функцией модели делятся на теоретические и эмпирические. Дальнейшее разграничение приводит к подклассификациям: описательные, объяснительные и предсказательные модели;

- содержание анализируемых процессов: процессы в малых и больших группах, процессы индивидуального и группового принятия решений, динамика групповой структуры и т.д.;

- тип концептуализации социально-экономического процесса: рассматривается ли данный процесс как процесс без управления или как управляемый процесс. Управляемые процессы можно разделить на процессы целесообразного поведения рефлексного типа и процессы целенаправленного поведения нерефлексного типа.

Процесс компьютерного моделирования социально-экономических процессов включает в себя следующие этапы:

1. Ознакомление с социологической и экономической теориями, на основе которых строится модель.

2. Поиск основных элементов структуры объекта, взаимосвязей, управляющих факторов.

3. Построение информационной модели и аналитических схем на основе социологической и экономической теории объекта моделирования.

4. Теоретическое изучение готовой информационной модели и построение математической модели (выбор математического аппарата, формализация структуры, взаимосвязей и элементов).

5. Построение компьютерной реализации математической модели (выбор метода компьютерного моделирования и алгоритма моделирования).

6. Практическое изучение готовой компьютерной модели (работа с компьютерными моделями как с объектами исследования: введение начальных данных, получение результатов в виде графиков и диаграмм, анализ и интерпретация полученных данных, изменение начальных условий на основе имеющихся результатов для нахождения оптимального решения).

В результате анализа компьютерной модели приходим к выводу об адекватности построенной модели моделируемому социально-экономическому процессу. Далее принимается решение: либо изменить структуру построенной модели с целью ее совершенствования и улучшения, либо произвести дополнительный анализ социально-экономического объекта, либо собрать недостающие сведения об исследуемом процессе.

Компьютерное моделирование дает возможность исследовать сложные системы, части которых описаны различными математическими методами. Использование компьютерного моделирования для изучения социально-экономических процессов позволяет выявить:

- внешние параметры того или иного процесса;
- закономерности, которые не доступны наблюдению в естественных условиях;
- связи имитируемых явлений с теми параметрами, которые автоматически задаются программой;
- поиск параметров, оптимизирующих протекание имитируемого процесса, и т.д.

Контрольные вопросы

1. Что такое моделирование? Перечислите виды моделирования.
2. Какие методы используются для построения математических моделей?
3. Что такое компьютерное моделирование? Его этапы.
4. Что такое социально-экономический процесс? Классификация социально-экономических процессов.
5. Что такое формализация? Для чего применяется?
6. Как используется моделирование в социологии и экономике?
7. Назовите два подхода к построению моделей в социологии и экономике.
8. Перечислите этапы компьютерного моделирования социально-экономических процессов.

2. ПРИМЕНЕНИЕ МАССОВЫХ ОПРОСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НОВШЕСТВ

2.1. Массовые опросы при диагностике социально-экономических систем

Метод опроса – самый распространенный из социологических методов. Представления о том, каким должен быть хороший социологический опрос, менялись так часто, что любая попытка свести определение опроса к конкретной технике сбора информации, плану исследования, типу анализа данных или характеру использования полученных сведений наверняка столкнется с трудностями. Поэтому говорят о некотором “базовом типе” опроса, по отношению к которому можно было бы упорядочить все многообразие реальных опросных исследований. Идеальной моделью опроса принято считать “модель Гэллапа”[8]. “Модель Гэллапа” – это тот тип опроса общественного мнения, который сложился в 1930-40-х гг. в результате сотрудничества (и конкуренции) между основанным Дж. Гэллапом в 1935 году Американским институтом общественного мнения и другими исследовательскими фирмами.

Для типичного гэллаповского опроса характерны следующие признаки:

- 1) общенациональный характер;
- 2) отбор из генеральной совокупности всех лиц, достигших избирательного возраста;
- 3) максимальная приближенность времени проведения опроса к времени выборов или референдумов;
- 4) среднее число респондентов в выборке 2000 человек;
- 5) случайный характер выборки;
- 6) использование стандартных вопросников и личное интервьюирование каждого респондента по месту жительства.

Однако отклонения от описанной нормы все же столь существенны, что необходимо рассмотреть и другие подходы к определению сути опросного метода.

Во-первых, главной функцией опроса является не предсказание завтрашних результатов, а проверка гипотез о характере связей между различными переменными.

Во-вторых, использование выборочного обследования имеет основной целью либо оценку значения определенного параметра в совокупности, либо – в большинстве случаев – проверку статистической гипотезы о связи между переменными. Эксперимент – это идеальная модель исследовательского плана для анализа причинных связей. Выборочное обследование (опрос) – хорошее приближение к идеальной модели.

Для идеального эксперимента характерны:

- 1) контроль условий, то есть возможность варьирования независимых переменных и измерения зависимых;
- 2) использование экспериментальной и контрольной группы для проведения повторных сравнений;
- 3) случайный отбор испытуемых в контрольную и экспериментальную группы.

В выборочном исследовании, строго говоря, отсутствует возможность контроля, так как исследователь лишен возможности манипулировать независимыми переменными, произвольно задавать их значение. Однако с помощью *количественных методов измерения и статистического анализа связи* между переменными выборочный опрос может максимально приблизиться к той модели причинного вывода, которая лежит в основе экспериментального метода.

В целом анализ связи между переменными – и экспериментальный, и сугубо статистический, основанный на опросных данных, подразумевает перекрестную группировку данных по двум переменным (независимой и зависимой), обнаружение связи между ними и введение третьей, контрольной переменной для оценки ее влияния на изучаемую связь.

Случайный отбор, используемый на том или ином этапе как основа построения выборки для массового опроса, может рассматриваться как подобие рандомизации в эксперименте.

Рандомизация – случайный отбор испытуемых в контрольную и экспериментальную группы. В идеальном случае, почти не встречающемся на практике, любая единица генеральной совокупности имеет

равные шансы попасть в выборку. Поэтому влияние внешних, “посторонних” факторов нейтрализуется, и систематическое смещение отсутствует. Контрольные и экспериментальные группы используются для сравнения и выявления эффекта некоего причинного фактора, “отбираются” в выборочных обследованиях на стадии анализа.

В целом опросные методы обладают рядом существенных достоинств:

- 1) позволяют достаточно быстро получить большой массив наблюдений, причем каждый индивидуальный “случай” (отдельное наблюдение) описывается с помощью целого набора теоретически релевантных переменных-признаков;
- 2) стоимость выборочного опроса оказывается сравнительно небольшой, если принять во внимание объем получаемой информации;
- 3) использование стандартных опросных процедур и однородных количественных показателей при соблюдении определенных условий позволяет не только проверять гипотезы о причинных зависимостях, но и проводить вторичный и сравнительный анализ результатов.

Недостатки, также присущие этому методу, мы проанализируем в следующих разделах.

Для того, чтобы провести опрос, необходимо поразмыслить над тем, какого рода логику анализа данных мы собираемся использовать после того, как эмпирические данные будут получены. Для того, чтобы сведения о людях, группах людей или сообществах (об их поведении, установках или других чертах) можно было рассматривать в качестве доказательства каких-то теоретических гипотез, следует сначала решить ЧТО именно можно считать доказательством в данном случае, по каким ПРАВИЛАМ будут строиться логические сопоставления и статистические выводы, т.е. необходимо выбрать принципиальный исследовательский план.

Рассмотрим лишь самые общие типы исследовательских планов, используемых в выборочных опросах. Первый шаг в планировании опроса – это принятие решения о том, что считать *единицей анализа*. В простейшем случае мы стремимся приписать каждому индивиду (респонденту) определенное значение по каждой переменной

ной. Предположим, наша цель заключается в том, чтобы на основании опроса 2000 респондентов узнать, как распределены в генеральной совокупности “литературные предпочтения”, “совершение импульсивной покупки” и некоторые другие переменные, а кроме того, мы собираемся проанализировать связь этих переменных с полом, возрастом и семейным статусом. Некоторые из переменных будут строго количественными, другие будут описываться как качественные признаки. В любом случае нам нужно будет охарактеризовать каждого респондента по каждой переменной. В результате мы сможем построить *структурированную матрицу данных*, подобную той, что изображена в табл. 1. В столбцах этой матрицы содержится вся информация о респондентах, которые здесь и являются *единицами анализа* (или “случаями”). Именно их свойства нам предстоит оценивать, сравнивать в поисках взаимосвязей и т.п.

Таблица 1

Пример матрицы данных типа “покупатель x переменные”

Переменная	“Случай”			
	1-й покупатель	2-й покупатель		2000-й покупатель
Пол	Мужской	Женский		Мужской
Возраст	38 лет	23 года		62 года
Семейный статус	Разведен	Замужем		Вдовец
Импульсивная покупка	Присутствует	Присутствует		Отсутствует
Литературные предпочтения	Детектив	Любовный роман		Поэзия

Обычно единицами анализа, то есть теми, кого исследуют, бывают именно люди. Однако единицами анализа могут быть и семьи, и организации, и регионы, и государства. Например, в матрице данных столбцы могли бы соответствовать городам, а строки – переменным типа “количество книжных магазинов”, “уровень образования”, “число покупок за месяц” и т.п. Некоторые из перемен-

ных были бы получены путем агрегирования, “объединения”, индивидуальных данных (например, о наличии дополнительных источников дохода), другие характеризовали бы город как целое (наличие складов, доля прямых налоговых поступлений в бюджете). В любом случае исследователю нужно заранее представить себе, как будет выглядеть матрица данных и какие приемы анализа он собирается к ней применить.

Любое конкретное исследование может предполагать и использование различных единиц анализа, то есть полученная в нем эмпирическая информация может характеризовать и отдельных индивидов, и семьи, и – в результате использования агрегированных показателей – регионы или государства. Важно лишь, чтобы все единицы анализа, которые вы намерены использовать, были определены заранее. В ином случае в матрице данных “единица анализа × переменная” неизбежно возникнут пропуски или дублирование одной и той же информации. Так как количество матриц данных равно количеству предполагаемых единиц анализа (хотя размерность их будет разной). Например, размерность матрицы “покупатели × переменные” может быть 2000 (покупателей) × 32 (переменных), а размерность матрицы “города × переменные” – 6 (городов) × 4 (агрегированных показателей) можно заранее создать соответствующее количество отдельных массивов данных, содержащих те данные, которые относятся к данной единице анализа, то есть сведения о возрасте попадут в массив “покупатели”, а сведения о составе семьи – в массив “семьи”, даже если последние были получены в результате беседы с одним из членов семьи.

Описанная выше двумерная матрица данных типична для одномоментного, “срезового” исследования, характеризующего ситуацию в момент опроса. Целью такого исследования может быть, во-первых, описание распределения каких-то переменных в совокупности. Например, мы можем узнать, сколько человек собираются купить роман Б. Акунина при условии, что покупка будет совершена тотчас же. Во-вторых, мы можем попытаться использовать “срезовые” данные для характеристики отдельных подвыборок – например, “работающих пенсионеров”, “высококвалифицированных рабочих в возрасте от 30 до 45 лет” и т.п. Далее, применяя

различные методы статистического анализа, можно проверить какие-то гипотезы о взаимосвязи переменных (в данный момент времени). В последнем случае исследование становится *объяснительным*. Однако даже в чисто описательном исследовании мы столкнемся с необходимостью каких-то сравнений, делающих полученные нами оценки осмысленными. Если, например, мы узнаем, что 15% подростков читают медицинские журналы не реже 1 раза в месяц, то для того, чтобы понять, много это или мало, нам нужно будет с чем-то сопоставить этот показатель. Скажем, мы можем сравнить подростков 2005 года с подростками 1995 года.

Исследовательские планы, позволяющие анализировать данные во временной перспективе, называют *лонгитюдными* [8]. Данные получают многократно, в разные моменты времени, причем цели исследования могут быть сугубо дескриптивными (доля читающих поэзию, распределение положительных и отрицательных установок по отношению к наличию отдела канцтоваров) и объяснительными.

Принято выделять основные виды лонгитюдных планов, каждый из которых имеет множество модификаций и “переходных” форм. Это трендовые, когортные и панельные исследования.

Трендовые обследования ближе всего к уже описанным однократным, “срезовым” опросам. Некоторые авторы даже предлагают обозначить их просто как *регулярные опросы*, то есть проводимые через более или менее равные промежутки времени. В трендовом опросе одна и та же генеральная совокупность изучается в разные моменты времени, причем каждый раз выборка строится заново. Иными словами, анализируются последовательные выборки из одной и той же совокупности. Например, опрос, проводимый издательством по продаже журналов ежемесячно, является трендовым обследованием, показывающим динамику установок населения по отношению к тем или иным изданиям. Строго говоря, если количество тех, кто покупает журнал «За рулем», за месяц увеличилось на 16%, мы можем лишь зафиксировать изменение картины предпочтений покупателей, но не можем наверняка утверждать, что определенная группа покупателей изменила свои предпочтения, так как в двух последовательных опросах мы имеем дело с разными респондентами. Преимуществом оперативных трендовых исследований

является возможность “привязки” наблюдаемых изменений к текущим событиям – политическим скандалам, выходу новой книги, проведению книжных ярмарок, изменениям в финансово-экономической ситуации, что облегчает их интерпретацию.

Однако, например, ежегодные исследования занятости и безработицы, проводимые по этому плану, могут привести к трудноинтерпретируемым результатам. Если в результате двух таких исследований окажется, что социально-демографические характеристики людей, получающих пособие, почти не изменились, будет большой неосторожностью утверждать, что существует какая-то “типичная” группа людей, постоянно живущая на средства налогоплательщиков. Вполне вероятно, что большинство респондентов, охваченных первым опросом, уже нашли работу.

В качестве особого исследовательского плана иногда рассматривают *когортные обследования*. Основания для выделения этого плана несколько условны и связаны скорее с теоретической логикой интерпретации (а не сбора) данных. Если в трендовых исследованиях отбор каждый раз производится из общей совокупности – всех избирателей, всех семей и т.п., то, исследуя “когорты” (от *лат.* cohors (cogortis) – подразделение, видовая группа), мы каждый раз производим отбор из *одной специфической совокупности*, стремясь проследить перемены в ее поведении, установках и т.п.

Пусть, например, мы изучали ценностные ориентации десятиклассников в 1995 году, а в 2005 году нам захотелось снова опросить бывших десятиклассников, так как мы предполагаем, что их ценностные ориентации изменились с переходом в иную стадию жизненного цикла (создание собственной семьи, формирование профессиональной идентичности и т.п.) В этом случае мы будем работать с новой выборкой из прежней специфической совокупности, сравнивая представителей одной и той же “когорты” с десятилетним интервалом, а не десятиклассников 1995 года с десятиклассниками 2005-го (в последнем случае можно было бы говорить о трендовом исследовании десятиклассников).

Самым совершенным воплощением идеи введения временной перспективы в исследовательский план является *панельное исследование*. Если вернуться к нашей структурной матрице данных

(см. табл. 1), то можно сказать, что панель – это прибавление к двумерной матрице еще одного измерения, превращающего ее в пределе в некий “параллелепипед” данных (рис. 2). Панельные исследования позволяют не только зафиксировать какие-то социальные изменения в установках, поведении и т.п., но и выявить причины и последствия этих изменений на микроуровне, то есть на уровне отдельных индивидов. Если трендовое исследование показывает, что десятая часть потребителей, предпочитавших книги в твердом переплете, “переметнулась” к поклонникам карманных изданий, мы не можем точно определить, кто из респондентов изменил свои предпочтения и, следовательно, каковы общие характеристики “перебежчиков”. Таким образом, мы лишены возможности проверить, какие объяснительные переменные позволяют предсказывать динамику предпочтений на микроуровне.

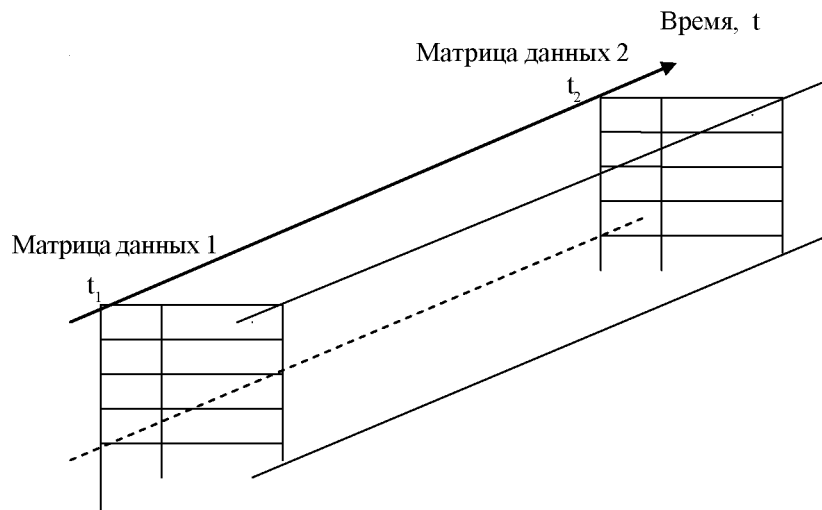


Рис.2. Элементарный план панельного исследования
(два замера – две матрицы данных)

Панельный исследовательский план – это многократное обследование одной и той же выборки из генеральной совокупности в разные моменты времени. Эту многократно используемую

выборку и называют *панелью*. Исследовательский план, использующий панель респондентов, – весьма дорогостоящее предприятие, требующее к тому же очень тщательной проработки всех деталей до начала опроса. В трендовом и когортном исследовании данные нередко сравнивают с данными других опросов, проводившихся ранее иными исследовательскими группами. Этот путь проще и дешевле, однако сравнимость результатов обследований, планировавшихся разными исследовательскими командами и чаще всего для разных целей, всегда проблематична. Возможность оценки “чистого эффекта” и величины наблюдаемых изменений – большое преимущество панельного плана.

Очевидно, что панельные исследования – очень сложное, хотя эффективное средство проверки социологических гипотез. Панельный план практически доступен лишь для достаточно крупных исследовательских организаций и требует привлечения значительных материальных и финансовых ресурсов, однако он абсолютно незаменим при исследовании социальных эффектов исторических изменений, сложных причинных моделей индивидуального выбора, процессов социализации и т.п. Многие социологи полагают, что оптимальным решением является использование комбинированных исследовательских планов, сочетающих в себе некоторые черты “срезовых”, трендовых и панельных опросов. Самый простой из таких планов – это *ретроспективное панельное исследование*, когда опрос проводится однократно, однако включает большое количество вопросов о прошлом респондента. Например, в исследованиях профессиональной мобильности респондентов спрашивают о деталях их карьеры, периодах безработицы, причинах изменения места работы и т.п. Реконструированные таким образом “профессиональные биографии” анализируют так, как если бы они были получены в лонгитюдном обследовании. Возникающие здесь проблемы связаны, в первую очередь, с субъективными погрешностями припоминания, с изменением точки зрения на события прошлого, иногда – с намеренным искажением информации. Так, использование ретроспективного плана в изучении зависимости социально-экономического статуса от образования может вести к неверным выводам: доказано, что большинство людей имеет склонность задним числом

“завышать” свои успехи в обучении. Однако этот тип плана может оказаться достаточно эффективным, например, при сравнительном изучении динамики занятости замужних и незамужних женщин. Основное достоинство ретроспективного плана – радикальное решение проблемы выбывания.

Избрав определенный исследовательский план, исследователь может сказать, что он будет рассматривать и какой будет логика сравнения между случаями на стадии анализа. Теперь ему предстоит решить, какими будут его исследовательские переменные (строки матрицы данных) и как будет осуществлен переход понятия к измеряемому показателю. Решение этих двух взаимосвязанных проблем – *концептуализации и измерения* – необходимое условие перехода к разработке анкеты, плана интервью, схемы эксперимента и к сбору данных.

Отметим сразу, что речь идет лишь о предварительном решении, так как многие исследовательские задачи, связанные с измерением и истолкованием теоретических конструктов, возникают позднее на стадии анализа.

Сложная структура социально-экономических теорий не позволяет говорить о простой и однозначной их проверяемости. Правдоподобие гипотез оценивается не в каком-то абсолютном смысле, а лишь относительно целой совокупности других вспомогательных гипотез, явно или неявно связанных с теоретическим «ядром». По этой причине сколько-нибудь разработанные теоретические модели оказываются довольно сложными, и их предварительное описание (спецификация) – это необходимое условие любой эмпирической проверки.

Эмпирическое “истолкование” теоретических понятий в качестве переменных (их концептуализация) и перевод этих понятий на язык наблюдаемых признаков, то есть измерение, могут оказаться довольно сложными процедурами, в чем-то сходными с процедурами построения теоретической модели. На первый взгляд, некоторые типы переменных не создают вовсе никаких проблем для измерения, так как они очень близки к тем способам категоризации, которые мы употребляем в повседневной жизни (например, пол, возраст).

Другие же, более абстрактные теоретические конструкты – отчуждение, социально-экономический статус или литературные предпочтения, – явно требуют большего, чем формулировка одного показателя или одного вопроса анкеты. Ясно, что уточнение теоретического понятия и поиск соответствующих индикаторов в этом случае может быть только результатом специальной аналитической работы. Конечная цель такой работы – *создание модели измерения*, в которой будут определены (специфицированы) все предполагаемые связи между теоретическим конструктом (понятием) и теми эмпирическими показателями, которые мы намерены использовать для его измерения. В этой модели нам придется также сделать некоторые предложения о возможных *ошибках измерения* (их случайном или систематическом характере). Ведь в действительности даже самые простые и очевидные показатели, фиксируемые с помощью одного стандартного вопроса, могут быть подвержены влиянию не только случайных ошибок, связанных с невнимательностью или погрешностями выборочной процедуры.

В работе по уточнению теоретических понятий можно выделить три стадии. *На первой стадии* нужно составить по возможности полный список существующих определений интересующего нас понятия. Основной путь здесь – анализ литературы. Часто приходится анализировать и те смыслы, которые придаются какому-то понятию в обыденной речи: понятия повседневного языка редко обладают достаточной степенью формальной строгости, но их многозначность иногда позволяет выразить неочевидный и нетривиальный взгляд на вещи. *На второй стадии* мы осуществляем и обосновываем свой выбор трактовки понятия. Обоснование необходимо и в том случае, если мы решили использовать общепринятое определение, и тогда, когда нами предложено нечто абсолютно новое. Большинство полученных нами определений будут многомерными, то есть они будут включать в себя более одного аспекта или измерения. Поэтому на *третьей стадии* следует отчетливо очертить существующие аспекты понятия и, возможно, выбрать те из них, с которыми мы собираемся работать.

Прояснив теоретические понятия, используемые в нашем исследовании, мы переходим к следующей важной задаче – поиску конкретных индикаторов для этих понятий. Нередко эту стадию работы называют стадией операционализации понятий.

Большинство полученных нами определений будут многомерными, то есть они будут включать в себя более одного аспекта или измерения. Поэтому на *третьей стадии* следует отчетливо очертить существующие аспекты понятия и, возможно, выбрать те из них, с которыми мы собираемся работать.

Прояснив теоретические понятия, используемые в нашем исследовании, мы переходим к следующей важной задаче – поиску конкретных *индикаторов* для этих понятий. Нередко эту стадию работы называют стадией *операционализации понятий*.

Под операционализацией, понимают процесс связывания теоретического понятия с эмпирическими наблюдениями, где последние выступают индикаторами, показателями каких-то свойств, относящихся к данному понятию.

На практике социологи чаще всего используют несколько индикаторов для каждой существенной теоретической переменной, объединяя их на стадии анализа в некоторый суммарный показатель (индекс), или строя шкалу. То, как соотносятся индикаторы и теоретическая переменная, описывается с помощью *модели измерения* [14]. В простейшем случае, когда все индикаторы (обозначаемые прописными латинскими буквами – X_1, X_2, X_3, X_4) являются следствиями, результатами действия *латентной*, то есть не наблюдаемой непосредственно переменной X , модель измерения будет выглядеть, как рис. 3.

Обозначения a, b, c, d относятся к коэффициентам, показывающим влияние латентной переменной на конкретный индикатор (они, как мы увидим позднее, выражают надежность этого индикатора), а e_i (то есть $e_1, e_2, e_3 \dots$ и т.д.) – это ошибка измерения i -го индикатора. Для ошибок в этой модели предполагается, что они не скоррелированы друг с другом ($\text{cov}(e_i, e_j) = 0$) и с истинным значением X , а их средняя равна 0. В модели, представленной на рис.3, все индикаторы – это так называемые *эффект-индикаторы*, все они находят-

ся под влиянием X , и сила связей a, b, c, d соответствует “силе” этого влияния.

Модели измерения с латентной переменной и эффект-индикаторами очень популярны в социальных и экономических науках. Причина этой популярности – в нашей склонности объяснять явные поступки людей, в частности, ответы на вопросы анкеты или выполнение тестовых заданий, неким внутренним свойством, качеством, навыком или предрасположенностью. Латентная переменная может быть, например, интеллектом, измеряемым с помощью индикаторов-тестов. Другой пример: мы можем полагать, что участие в книжных распродажах и чтение литературных изданий – это индикаторы латентной “читательской активности”.

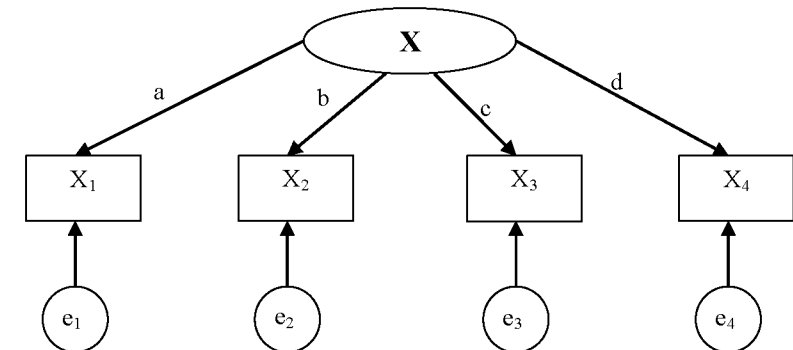


Рис.3. Модель измерения латентной переменной с четырьмя эффект-индикаторами

Однако использование эффект-индикаторов — это не единственная возможная возможность. Например, мы можем использовать такие индикаторы, как испорченная упаковка, невостребованный товар, праздничные дни для измерения латентной переменной «распродажа».

В этом случае мы не предполагаем, что латентная переменная является причиной своих индикаторов, скорее описанные факты могут быть причиной распродажи. Если мы имеем дело с какой-то из распространенных моделей социально-экономического статуса, в ней тоже будут присутствовать не эффект-индикаторы, а причинные (или

формативные) индикаторы, т. е. индикаторы, значения которых детерминируют, определяют значение латентной переменной. На рис. 4 изображена элементарная модель латентной переменной с причинными индикаторами (Y_1 - Y_4 – это индикаторы, Y – латентная переменная).

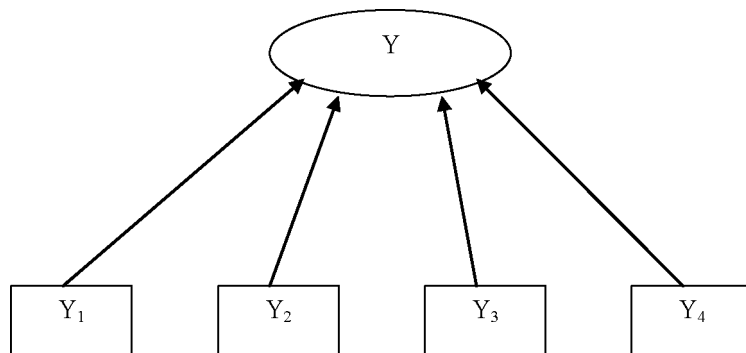


Рис.4. Модель измерения с латентной переменной и причинными индикаторами

Если Y —это социально-экономический статус, то Y_1 — Y_4 могут представлять собой доход, образование, престиж профессии данного человека и «качество» его жилья (стоимость, престижность района и т. п.). Ясно, что скорее доход является причиной социально-экономического статуса, чем наоборот. Несмотря на кажущееся сходство моделей измерения, изображенных на рис. 3 и 4, их «поведение» на стадии анализа будет очень разным. Разными могут оказаться и методы оценки качества индикаторов для этих моделей. Даже без специального анализа можно сказать, что в модели с эффект-индикаторами (рис. 3) всякий «хороший» индикатор должен чутко реагировать на рост или убывание латентной переменной и изменяться «в согласии» с остальными. В модели, изображенной на рис. 4, дело обстоит не так просто: если, скажем, возрастет доход—возрастет и статус, но образование или профессиональный престиж вполне могут не измениться, остаться на прежнем уровне. Другое очевидное

отличие связано собственно с отбором индикаторов: для модели на рис. 3 любой «хороший» эффект-индикатор может заменить любой другой, и их общее число вполне можно сократить: скажем, высокие результаты выполнения одного «хорошего» теста интеллекта будут достаточно надежно предсказывать результаты бесчисленного множества других тестов. Если же мы попытаемся убрать какой-то причинный, формативный индикатор, то изменится не только объем нашей анкеты – изменится сама латентная переменная, которую эти индикаторы собственно и составляют: так, стоит «убрать» доход из числа индикаторов социально-экономического статуса, как мы уже будем изучать что-то вроде социального, но уж никак не экономического статуса. Приведенные примеры позволяют понять, почему так важно явно задать модель измерения, связывающую индикаторы, которые мы собираемся отобрать, с теоретическими понятиями.

Многие реальные модели измерения еще сложнее только что описанных. Индикаторы могут быть скоррелированы между собой и, что хуже, с ошибками измерения, в число индикаторов могут одновременно входить и эффект-индикаторы, и индикаторы-причины. Часто разработка модели измерения ведет к радикальному прояснению теоретических гипотез и понятий, которые на предыдущих стадиях исследования носили чрезмерно абстрактный и общий характер.

При поиске и отборе индикаторов полезно руководствоваться некоторыми общепринятыми правилами:

1. Используйте индикаторы, применявшиеся в более ранних исследованиях. Существует множество устоявшихся и проверенных индексов (то есть суммарных показателей) и шкал, свойства которых достаточно известны. При возможности проверьте, насколько хорошо «работают» эти показатели в вашем случае, проведя небольшое разведочное (пилотажное) исследование. Сориентироваться в многообразии существующих показателей и шкал помогают соответствующие справочные издания и тематические обзоры.

2. Если общепринятого способа измерения для какого-то понятия не существует, нужно разобрать множество индикаторов для

различных определений понятия и проверить, как различия индикаторов будут влиять на различия в интерпретации результатов. Имея дело с многомерным понятием, стоит подумать, какие именно измерения, аспекты понятия существенны в рамках вашей исследовательской гипотезы.

Обычно установка и мнения имеют более сложную структуру и требуют использования большего количества индикаторов, чем, например, поведенческие события. Конечно, решающее слово в определении количества индикаторов (количество вопросов в анкете) принадлежит практическим соображениям.

В заключение укажем свойства индикаторов:

- Вероятностный характер отношений индикатора и теоретического свойства.
- Неоднозначность индикаторов. Один и тот же индикатор может указывать на разные теоретические свойства.
- Множественность индикатора. Необходимость формирования совокупности индикаторов для фиксации теоретического свойства.
- Контекстуальность индикаторов. Индикатор указывает на развитость теоретического свойства только в определенном контексте.

2.2. Уровни измерения

Измерением называют процедуру, с помощью которой объекты измерения, рассматриваемые как носители определенных отношений, отображаются в некоторую математическую систему с соответствующими отношениями между элементами этой системы.

При измерении каждому объекту приписывается определенный элемент используемой математической системы (обычно действительные числа). Это означает, что мы можем с большей точностью говорить о том, в какой степени данный объект наблюдения (индивид, город, организация, человек) проявляет свойство, которое представлено измеряемой переменной.

Существует несколько концепций измерения, по-разному определяющих, что может быть названо операцией измерения. В гуманитарных науках наибольшее влияние имеет репрезентационная кон-

цепция измерения, впервые детально обоснованная психофизиком С.С. Стивенсом. В этой концепции всякая операция измерения в конечном счете определяется как приписывание чисел вещам (свойствам, событиям, организациям) в соответствии с определенными правилами, так что отношения между числами отражают (или представляют, т.е. репрезентируют) отношения между вещами. Таким образом, измерение представляет определенные свойства в виде чисел, поддающихся суммированию, сравнению и т.п. Однако наша возможность измерить какие-то эмпирически наблюдаемые свойства, представить отношения между вещами в виде чисел редко носит абсолютный характер. О некоторых эмпирических свойствах мы можем сказать, что они выражены «больше» или «меньше» для каждого конкретного наблюдения, но не можем указать случаи, когда это свойство абсолютно отсутствует: так, даже если испытуемый не решил ни одной задачи, мы едва ли осмелимся утверждать, что он полностью лишен «интеллекта». Иногда наша способность измерять ограничена лишь возможностью отнести какую-то вещь (наблюдение) к определенному классу, причем между разными классами нельзя задать отношение порядка (больше-меньше). Иными словами, при измерении отношения между числами они как-то зависят от отношений между вещами, и, следовательно, существуют ограничения для возможных преобразований чисел: игнорируя эти ограничения, мы теряем право утверждать, что наши числа что-то представляют, репрезентируют. Правила приписывания чисел вещам, используемые нами в каждом конкретном случае, воплощают в себе эти ограничения и определяют достигнутый уровень измерения.

2.3. Классификация уровней измерения

1. Номинальные измерения

Номинальным измерением называют процесс отнесения объектов к классам. Все, что мы можем сказать об объектах, сгруппированных в один класс – это то, что они идентичны в отношении некоторого свойства или признака, то есть фактическое отношение между объектами – это отношение тождества (или различия). Для обозна-

чения полученных классов могут использоваться и названия свойств, и числовые символы. Мы можем обозначать символом «1» мужчин, а символом «2» – женщин. Однако нельзя сказать, что признак «является мужчиной» в каком-то отношении меньше признака «является женщиной» или что «сумма одного мужчины и одной женщины равна трем». Другими примерами номинального измерения могут служить мотив посещения магазина или хобби и интересы покупателей.

II. Порядковые измерения

Измерение на порядковом (ординальном) уровне предполагает, что мы способны упорядочить объекты по степени выраженности свойства или признака, то есть определить для них отношение «больше-меньше». Например, мы можем говорить о низком, среднем или высоком социальном статусе или низкой, умеренной или высокой коммуникабельности. Однако в случае порядкового измерения мы не можем определить точно, насколько велико расстояние между соседними категориями. Мы не можем утверждать, что человек, получивший оценку «3» по шкале популярности, в три раза более популярен, чем получивший оценку «1», или что расстояние между категориями «48» и «45» по порядковой (ординальной) шкале равно расстоянию между категориями «22» и «19». Иными словами, ординальное измерение задает отношение порядка между категориями какого-то свойства, но не позволяет говорить о том, «на сколько» или «во сколько раз» одна категория больше другой, то есть ни точка отсчета (абсолютный ноль), ни единица измерения здесь не могут быть определены.

III. Интервальный уровень измерения

Об интервальном уровне измерения можно говорить тогда, когда мы способны не только определить количество интересующего нас свойства в эмпирических наблюдениях, но также определить равные расстояния между категориями, то есть ввести *единицу измерения*. Соответственно числовое приписывание становится здесь менее произвольным: объекту (наблюдению) присваивается число, со-

ответствующее количеству измеряемого свойства, то есть мы можем установить отношения равенства уже не между самими объектами, а между интервалами числовой шкалы. Равные разности чисел соответствуют равным разностям значений измеряемого им признака. Классический пример интервального измерения в физических науках – это измерение температуры по шкале Цельсия (или Фаренгейта). Единицы измерения – градусы – равны, однако «0» – это произвольная точка. При 0 °C вода замерзает, однако свойство «иметь температуру» отнюдь не исчезает. Бессмысленно утверждать, что 30 °C предполагает в три раза больше свойства «температура», чем 10 °C.

Изложенное представление об уровнях измерения (пусть оно далеко было не полным) позволило заметить, что хотя приписывание чисел объектом возможно практически всегда, далеко не все операции над полученными числами будут иметь какой-то смысл. Далеко не все методы группировки статистического анализа данных уместны для номинального или интервального уровня измерения.

Существуют различные техники анализа для разных уровней измерения переменных. Специальные методы построения социологических шкал, о которых будет говориться далее, также основаны на определенных представлениях о *метрике* переменных, то есть об уровне их измерения. Все эти соображения должны быть приняты во внимание и при конструировании инструмента сбора данных, например вопросника. Если мы хотим анализировать переменную «образование» по крайней мере на интервальном уровне, нам, вероятно, лучше использовать показатель «количество лет, затраченных на получение образования», и включить в анкету соответствующие вопросы. Однако если наша цель – всего лишь показать, что лица с высшим образованием или ученой степенью чаще выписывают научно-популярные журналы, достаточно будет использовать привычные «ординальные» категории – неполное среднее, среднее, высшее и т.п. (кстати, при анализе они, возможно, будут рассматриваться как номинальные).

Каждая переменная может быть измерена на разных уровнях. Выбор определяется практическими соображениями, требованиями

к качеству измерения (как правило, существует обратная зависимость между уровнем и качеством измерения, о чем еще будет говориться дальше), предполагаемой стратегией анализа данных. Практически всегда данные, позволяющие получить высокий уровень измерения, могут быть перегруппированы так, что уровень измерения станет ниже (обратное утверждение, к сожалению, наверно). Например, при анализе мы можем разбить наших респондентов на три возрастные категории, хотя в опросе использовали семь. Важно, однако, и то обстоятельство, что исследователь, использующий наши данные для вторичного или сравнительного анализа (возможно, мы и сами захотим к ним вернуться), сможем пользоваться «сырыми», более детальными категориями.

Контрольные вопросы

1. Метод опроса, его основные черты.
2. Исследовательский план. Виды лонгитюдных планов.
3. Назовите стадии уточнения понятий.
4. Что понимается под операционализацией понятий?
5. Опишите модель измерения латентной переменной.
6. Назовите правила поиска и отбора индикаторов.
7. Что такое операция измерения?
8. Классификация уровней измерения.

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

3.1. Виды анализа данных

Методы, применяемые специалистами для анализа данных, многообразны. Выбор конкретного метода зависит, в первую очередь, от характера исследовательских гипотез, то есть от того, на какие вопросы мы хотим получить ответ. Если целью является описание одной характеристики выборки в определенный момент времени, разумно ограничиться *одномерным анализом*, то есть описанием распределения наблюдений («случаев») вдоль оси интересующего нас признака. Разнообразные техники *многомерного анализа* позволяют одновременно исследовать взаимоотношения двух и более переменных и в той или иной форме проверять гипотезы о причинных связях между ними.

Существует два основных класса задач, решаемых с помощью статистических методов анализа:

1) Задачей *дескриптивной (описательной) статистики* является описание распределения переменной-признака в конкретной выборке. Методы дескриптивной статистики позволяют также анализировать взаимосвязь между различными переменными.

2) Другой класс задач, связанный с необходимостью вывести свойства большой совокупности, основываясь на имеющейся информации о свойствах выборки из этой совокупности, решается с помощью методов *индуктивной статистики*, или теории статистического вывода, основанной на вероятностном подходе к принятию решений. Воспользовавшись какой-то моделью для анализа полученных выборных данных, специалист обычно также применяет некоторые методы статистического вывода, позволяющие определить, выполняются ли обнаруженные им при анализе данных отношения на уровне большой совокупности, из которой была извлечена выборка.

3.2 Одномерный анализ: табулирование и представление данных

Результаты измерения любой переменной могут быть представлены с помощью распределения наблюдений («случаев») по отдельным категориям данной переменной. Категория, в которую попадают одинаковые наблюдения, может быть номинальной («православный», «протестант» и т.п.) либо иметь числовое значение. В любом случае результатом такого упорядочения наблюдений будет их *группировка*. Работать с упорядоченными данными значительно проще, чем с исходным «сырым» массивом: в «сырых» данных, конечно, содержатся сведения о том, как много в выборке, например, пенсионеров, однако для получения нужной цифры придется перебрать все наблюдения «случай» за «случаем». Если данные сгруппированы, достаточно посмотреть, какова *абсолютная частота*, то есть число наблюдений в данной выборке, попадающих в интересующую нас категорию. Для переменных, имеющих произвольную метрику, то есть измеренных на ординальном или интервальном уровне, нередко используется еще одна процедура, делающая представление данных более компактным и удобным в работе при сохранении заданного уровня точности. Предположим, что в каком-то исследовании 22,0782% опрошенных поддержали введение новой разметки торгового зала, а исследование, проведенное месяц спустя, дало иное значение – 22,1327%.

Тысячные или сотые доли процента едва ли будут существенны для интерпретации полученных результатов. Поэтому в представлении данных обычно используют процедуру *округления*. Определив необходимую степень точности и, соответственно, приемлемый уровень неточности, исследователь может округлить все полученные числовые значения до десятых долей или, скажем, до целых процентов. Так, в нашем примере округление до целого числа даст цифру 22%.

Необходимость объединить значения переменной в 10-15 крупных классов-категорий часто возникает и при работе со «слишком хорошо измеренными» признаками, соответствующими шкалам ин-

тервалов или отношений (возраст, доход и т.п.). Во-первых, чрезмерное количество градаций переменной препятствует ее компактному представлению – табличному или графическому. Во-вторых, для конечной выборки обычно соблюдается следующая закономерность: число градаций (категорий) признака обратно пропорционально их заполненности. Переменная с огромным числом градаций, содержащих по 2-3 наблюдения, часто создает серьезные проблемы в статистическом анализе и оценивании (хотя для некоторых методов анализа – корреляция, регрессия и т.п. – эти проблемы, как мы увидим дальше, не существенны). Самым целесообразным выходом обычно оказывается перекодирование, «сжатие» исследовательской переменной. Здесь существует два основных подхода:

1) исходные градации объединяются в более крупные классы на основании каких-то содержательных соображений, причем полученные классы имеют приблизительно равную ширину (например, данные о возрасте часто перекодируют в более широкие «десятилетие» категории – 20-29, 30-39 лет и т.п.);

2) решение о способе «сжатия» переменной принимают, основываясь на распределении наблюдений («случаев») по оси переменной, например, границы между «низким», «средним» и «высоким» доходом устанавливают так, чтобы в каждую категорию попало 33% наблюдений.

Независимо от того, какие статистические методы и модели собирается использовать исследователь, первым шагом в анализе данных всегда является построение *частотных распределений* для каждой изучавшейся переменной. Полученные результаты принято представлять в виде таблицы частотного распределения (или просто – таблицы распределения) для каждой существенной переменной. Примером табличного представления может служить приведенная ниже табл. 2, в которой представлены гипотетические данные выборочного опроса 500 покупателей книжных магазинов.

Помимо табличного представления частотных распределений обычно используют и различные методы *графического представления*. Самый распространенный метод графического представления одномерных распределений – это *гистограмма*, или столбико-

вая диаграмма (рис.5). Каждый столбик соответствует интервалу значений переменной, причем его середина совмещается с серединой данного интервала. Высота столбика отражает частоту (абсолютную или относительную) попадания наблюдавшихся значений переменной в определенный интервал.

Таблица 2

Частотное распределение ежемесячных расходов на приобретение книжной продукции и сопутствующих товаров

Интервал класса (расходы, руб.)	Абсолютная частота, чел.	Относительная частота, %
До 500	40	11,0
500-999	135	8,6
1000-1499	51	29,0
1500- 1999	80	17,2
2000-2499	65	14,0
2500-2999	49	10,5
000-3499	37	8,0
Свыше 3500	8	1,7
Всего	N = 465	100% (= 465)
Не ответили	35	(35)

Еще один популярный способ графического представления, обычно используемый для качественных данных (то есть для нормальных или ординальных измерений), – это *круговая диаграмма* (рис. 6). Каждый сектор круговой диаграммы представляет дискретную категорию переменной. Величина сектора пропорциональна частоте категории для данной выборки.

Какую бы форму представления данных мы ни избрали, полученное частотное распределение все чаще содержит «слишком много» деталей, не отвечая при этом на весьма важные для содержательного анализа вопросы о самых типичных значениях признака и диапазоне разброса отдельных наблюдений. Для облегчения работы

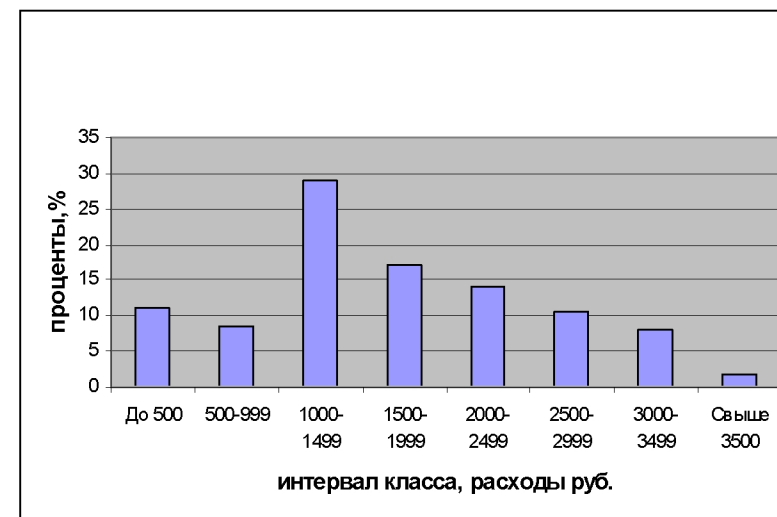


Рис.5. Гистограмма для данных о расходах на приобретение книжной продукции и сопутствующих товаров

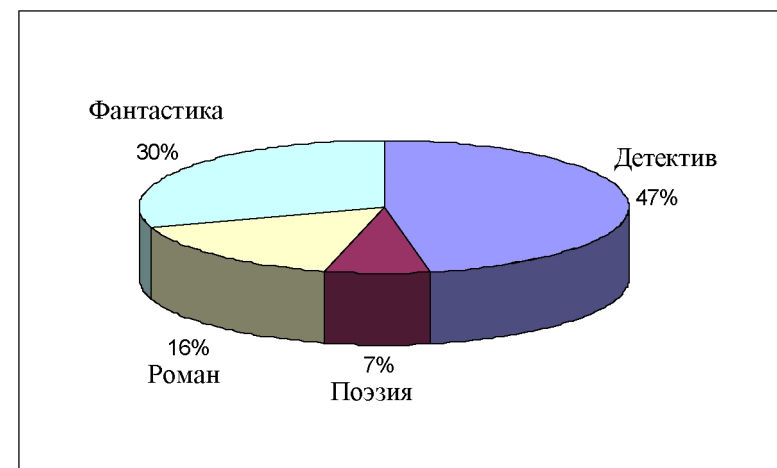


Рис. 6 Литературные предпочтения у подростков 14-18 лет, %

с частотными распределениями, а также для обобщенного представления их характеристик обычно используют определенные числовые значения – *статистики* [8]. Дело в том, что специалисты по статистике используют последний термин в двух значениях: как название своей дисциплины и как обозначение какой-либо числовой функции, описывающей результаты наблюдений. Наиболее практическое значение имеют две группы статистик: *меры центральной тенденции и меры изменчивости (разброса)*.

I. *Меры центральной тенденции* указывают на расположение среднего, или типичного, значения признака, вокруг которого сгруппированы остальные наблюдения. Понятие среднего, центрального значения в статистике, как и в повседневной жизни, подразумевает нечто «ожидаемое», «обычное», «типичное». Способность среднего значения давать некую обобщенную информацию о распределении вытекает из того соотношения, которое связывает среднее значение с другими «особыми» точками распределения – минимумом и максимумом. Зная среднее значение с другими «особыми» точками распределения – минимумом и максимумом, мы можем утверждать, что наименьшее наблюдаемое значение, полученного распределения – например, распределения веса или интеллекта – было не больше среднего, а наибольшее зафиксированное значение – не меньше среднего.

Самой простой из мер центральной тенденции является *мода* (M_0). Для номинальных переменных мода – это единственный способ узнать наиболее типичное, распространенное значение. Разумеется, исследователь может пользоваться модальным значением и для характеристики распределения переменных, измеренных на более высоком уровне, если для этого существуют содержательные основания (например, описывая распределение ответов на вопрос о количестве выписываемых журналов). *Мода – это такое значение в совокупности наблюдений, которое встречается чаще всего*. Например, если в выборке содержится 60% православных, 30% мусульман и 10% представителей других конфессий, то модальным значением будет «православный».

$$M_0 = x_0 + h \frac{(f_2 - f_1)}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)},$$

где f_1 – частота интервала предшествующего модальным;

f_2 – частота модального интервала;

f_3 – частота интервала, следующего за модальным;

x_0 – начальная нижняя граница модального интервала;

h – величина интервала.

Другая мера центральной тенденции – *медиана* (M_d) – обычно используется для ординальных переменных, то есть таких переменных, значения которых могут быть упорядочены от меньших к большим. Медиана – это значение, которое делит упорядоченное множество данных пополам, так что одна половина наблюдений оказывается меньше медианы, а другая – больше. Как мы уже видели, при работе с большим массивом данных удобнее всего искать медиану, построив на основании частотного распределения распределение *накопленных частот* (или построив распределение накопленных процентов на основании распределения процентов). Для того чтобы найти медианное значение для маленького массива наблюдений, достаточно упорядочить наблюдения от меньших значений переменной к большим: то значение, которое окажется в середине, и будет медианным. Например, для ряда: 17 баллов, 18 баллов, 20 баллов, 21 балл, 22 балла медианой будет значение 20 баллов. Если число значений в группе наблюдений четное, то медианой будет среднее двух центральных значений. Медиану иногда называют «позиционным средним», так как она указывает именно среднюю позицию в упорядоченном ряду наблюдений. Медиана может совпадать или не совпадать с модой.

$$M_d = x_0 + h \frac{\sum f_i - S_{Md}}{f_2},$$

где S_{Md} – накопленная частота для медианного ряда,

$\frac{\sum f_i}{2}$ – порядковый номер медианы,

h – величина интервала.

Самой важной и распространенной является другая мера центральной тенденции – *среднее арифметическое*.

Процедура определения среднего: просуммировать все значения наблюдений и разделить полученную сумму на число наблюдений.

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

то есть $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$,

где $x_1 \dots x_i$ – наблюдаемые значения,
 n – число наблюдений.

Важно не только знать, что типично для выборки наблюдений, но и установить, насколько выражены отклонения от типичных значений. Чтобы определить насколько хорошо та или иная мера центральной тенденции описывает распределение, нужно воспользоваться какой-либо мерой изменчивости, разброса.

Самая грубая мера изменчивости – *размах* (диапазон) изменения значений. Эта мера не учитывает индивидуальные отклонения значений, описывая лишь диапазон их изменчивости. Под размахом понимают разность между максимальным и минимальным наблюдаемыми значениями. Если количество карманных денег в группе из десяти субъектов варьирует от 100 рублей (1 человек) до 100 000 рублей (2 человека), размах будет равен $100\,000 - 100 = 99\,900$.

Еще одна грубая мера разброса значений – это *коэффициент вариации* (V), который определяется просто как процент наблюдений, лежащих вне модального интервала, то есть процент (доля) наблюдений, не совпадающих с модальным значением. Если от модального отличаются 60% значений, то $V = 60\%$ (или $V = 0,6$).

Все эти меры изменчивости, можно считать скорее грубыми и приблизительными. Ни одна из них не уделяет должного внимания информации об отклонениях каждого отдельного наблюдаемого значения от среднего, хотя эта информация в большинстве случаев может быть получена из анализа распределения. Информацию о вариации некоторой совокупности значений относительно среднего несут

значения отклонений от среднего, о которых мы уже говорили. Однако просуммировав все значения отклонения ($\bar{X} - X_i$), мы получим нуль. Положительные и отрицательные отклонения будут взаимоуничтожаться. Если же мы *возведем в квадрат* каждое отклонение и *просуммируем квадраты отклонений*, то получим хорошую меру рассеяния, которая будет маленькой, когда данные однородны, и большой, когда данные неоднородны. Чтобы суммы квадратов отклонений для выборок разного размера можно было сравнивать, нужно поделить каждую из них на N , где N – объем выборки.

Именно так получают важнейшую меру рассеивания – *дисперсию* (D).

$$\sqrt{S^2} = D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N},$$

где N – объем выборки,

$\bar{x}$ – среднее значение,

$x_1 \dots x_i$ – индивидуальное значение измеряемой переменной x в данной совокупности.

Для того чтобы вычислить значение дисперсии, нужно вычесть из каждого наблюдаемого значения среднее, возвести в квадрат все полученные отклонения, сложить квадраты отклонений и разделить полученную сумму на объем выборки.

Величина, равная квадратному корню из дисперсии, называется *стандартным отклонением* (S_x), то есть:

$$S_x = \sqrt{S^2} = \sqrt{D}.$$

Совершенно очевидной интерпретацией стандартного отклонения является его способность оценивать «типичность» среднего: стандартное отклонение тем меньше, чем лучше среднее суммирует, «представляет» данную совокупность наблюдений.

Очевидно, что стандартное отклонение – это прекрасный показатель положения любого конкретного значения относительно средне-

го, поэтому часто возникает необходимость выразить «сырые» оценки – баллы теста, величины дохода и т.п. в единицах стандартного отклонения от среднего. Получаемые в результате оценки называют *стандартными*, или *Z-оценками*. Для любой совокупности из N наблюдений распределение со средним $\bar{X}$ и стандартным отклонением S_x можно преобразовать в распределение со средним, равным 0 и стандартным отклонением, равным 1. Преобразованные таким образом индивидуальные значения будут непосредственно выражаться в отклонениях «сырых» значений от среднего, измеренных в единицах стандартного отклонения. Чтобы осуществить такое преобразование, нужно из каждого значения X вычесть среднее и разделить полученную величину на стандартное отклонение, то есть Z-оценки получают по простой формуле:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x}$$

Описанные процедуры анализа одномерного распределения относятся к дескриптивной статистике. Если мы стремимся обобщить данные, полученные на отдельных выборках, чтобы описать свойства исходной генеральной совокупности, необходимо, как уже говорилось, обратиться к методам индуктивной статистики, к теории статистического вывода. Переход от числовых характеристик выборки к числовым характеристикам генеральной совокупности называется оценением. При одномерном анализе данных чаще всего решают задачу интервального оценивания.

Чтобы понять идею интервального оценивания, достаточно вспомнить о том, что оценки, получаемые для множества выборок из одной совокупности, будут также распределены нормально, то есть большая их часть попадет в область, близкую к истинному среднему, и лишь немногие окажутся в «хвостах» распределения, отклоняясь от этого значения. Для любой отдельно взятой выборки шансы оказаться близко к параметру совокупности значительно выше вероятности оказаться в «хвосте». Чтобы оценить степень этой близости, используют очень важную величину – *стандартную ошибку средней*. Стандартную ошибку обозначают как S_M .

$$S_M = \frac{S_x}{\sqrt{N}},$$

где S_x – это стандартное отклонение, а N – объем выборки.

Подсчитав эту величину для наших данных, мы всегда можем определить с заданной вероятностью, в каких пределах будет лежать среднее совокупности. Совершенно аналогично приведенным выше рассуждениям для среднего отклонения можно сказать, что 95% выборочных средних будет лежать в пределах ± 2 стандартные ошибки средней генеральной совокупности (то есть для 95 выборок из 100 выборочное среднее попадет в указанный интервал). Следовательно, любая конкретная единичная выборка, использованная в данном исследовании, с 95-процентной вероятностью даст оценку, лежащую в интервале ± 2 стандартные ошибки средней совокупности. Заданный таким образом интервал для выборочных оценок называется *доверительным интервалом*, а та вероятность, с которой мы «попадаем» в этот интервал (например 95% или 99%), называется *доверительной вероятностью*. Если, например, мы рассчитали, что для случайной выборки горожан средняя квартирная плата составляет 20 000 рублей, а стандартная ошибка – 500 рублей, то можно с 95 – процентной уверенностью утверждать, что для всех горожан средняя квартплата окажется в интервале 19 000 – 21 000 руб.

3.3 Анализ связи между двумя переменными

В общем случае для демонстрации причинно-следственного отношения между двумя переменными, скажем X и Y , необходимо выполнить следующие требования:

- 1) показать, что существует эмпирическая взаимосвязь между этими переменными;
- 2) исключить возможность обратного влияния Y на X ;
- 3) убедиться, что взаимосвязь между переменными X и Y не может быть объяснена зависимостью этих переменных от какой-то дополнительной переменной (или переменных).

Первым шагом к анализу взаимоотношений двух переменных является их *перекрестная классификация*, или построение *табли-*

цы сопряженности. Речь идет о таблице, содержащей информацию о совместном распределении переменных. Допустим, в результате одномерного анализа данных мы установили, что люди сильно различаются по уровню начитанности: некоторые люди регулярно прочитывают литературу различного характера, другие – полностью пренебрегают этим. Мы можем предположить, что причина этих различий – какая-то другая переменная, например: рост, пол, образование, род занятий, доход и т.п.

Пусть мы располагаем совокупностью данных о чтении и образовании для выборки горожан. Для простоты мы предположим, что обе переменные имеют лишь два уровня: высокий и низкий. Так как данные об образовании исходно разбиты на большее количество категорий, нам придется их перегруппировать, разбив весь диапазон значений на два класса. Предположим, мы выберем в качестве граничного значения 10 лет обучения, так что люди, получившие неполное среднее и среднее образование, попадут в «низкую» градацию, а остальные – в «высокую». (Это, конечно, большое огрубление, но мы используем его из соображений простоты.) Для начитанности соответственно воспользуемся двумя категориями – «прочитывают 2 и более литературной единицы в неделю» и «не прочитывают такого количества». Табл. 3 показывает, как могло бы выглядеть совместное распределение этих двух переменных.

Таблица 3

Взаимосвязь между уровнем образования и начитанностью

Начитанность	Уровень образования		Всего
	низкий	высокий	
Прочитывают 2 и более литературной единицы в неделю	50	200	250
Не прочитывают 2 и более литературной единицы в неделю	205	45	250
Всего	255	245	500

В табл. 3 два столбца (для образования) и две строки (для начитанности), следовательно размерность этой таблицы 2×2 . Кроме того, имеются дополнительные крайний столбец (справа) и нижняя строка (маргиналы таблицы), указывающие общее количество наблюдений в данной строке или в столбце. В правом нижнем углу указана общая сумма, то есть общее число наблюдений в выборке. Люди, не давшие ответа, уже исключены.

Обычно характер взаимоотношений между переменными в небольшой таблице можно определить даже «на глазок», сравнивая числа в столбцах или строках. Еще легче это сделать, если вместо абсолютных значений стоят проценты. Чтобы перевести абсолютные частоты, указанные в клетках таблицы, в проценты, нужно разделить их на маргинальные частоты и умножить на 100. Если делить на маргинал столбца, мы получим *процент по столбцу*. Например,

$$\frac{50}{255} \times 100 = 19,6\%, \text{ то есть } 19,6\% \text{ имеющих низкий уровень образо-}$$

вания прочитывают 2 и более литературной единицы в неделю (но не наоборот!). Если делить на маргинал строки, то мы получим другую величину – *процент по строке*. В частности, можно заметить, что 80% начитанных составляют люди с высоким уровнем образования

$$\left(\frac{200}{250} \times 100 \right). \text{ Деление на общую численность выборки дает общий про-}$$

цент. Так, всего в выборке 50% людей прочитывают 2 и более литературной единицы в неделю.

Для таблиц размерности 2×2 и более (табл. 4) можно рассчитать специальные показатели (статистики), дающие суммарное выражение *степени взаимосвязи, ассоциации* между двумя переменными. Таких мер связи довольно много. Для случая двух номинальных переменных существуют два основных подхода к подсчету коэффициентов взаимосвязи.

Первый подход базируется на статистике, называемой «хи-квадрат». На ее основе можно рассчитать несколько коэффициентов взаимосвязанных.

Таблица 4

Общая форма таблицы сопряженности размерности 2×2

Переменная Y	Переменная X		
	0	1	Всего
1	a	b	$a+b$
0	c	d	$c+d$
Всего	$a+c$	$b+d$	n

Для расчета коэффициента сопряженности используется формула:

$$\varphi = \frac{bc - ad}{\sqrt{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}},$$

где a, b, c, d – элементы таблицы.

Исходная формула для величины «хи-квадрат» выглядит так:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{наблюдаемые частоты} - \text{ожидаемые частоты})^2}{\text{ожидаемые частоты}}.$$

Понятно, что наблюдаемые частоты мы можем найти в клетках таблицы сопряженности. Но что понимается под ожидаемыми, точнее, теоретически ожидаемыми частотами? Ожидаемые частоты – это те частоты, которые должны были бы стоять в клетках той же таблицы сопряженности, если бы две интересующие нас переменные были независимы, то есть расслоение наблюдений по одному признаку оставалось бы пропорциональным для разных подгрупп, выделенных по другому признаку.

Другой тип коэффициентов взаимосвязи номинальных (и не только номинальных) переменных называют *мерами «пропорционального уменьшения ошибки»*. Все они основаны на следующем предположении (или модели): если две переменные взаимосвязаны, мы можем предсказать значение одной переменной для данного наблюдения (случая), зная, какое значение принимает другая переменная. Степень соответствия такого предсказания действительности и используется в качестве коэффициента взаимосвязи. Любой коэффи-

циент взаимосвязи, основанный на модели «пропорционального уменьшения ошибки», («ПУО»), имеет общую структуру, задаваемую формулой:

$$\text{Мера «ПУО»} = \frac{E_1 - E_2}{E_1},$$

где E_1 – количество ошибок в предсказаниях значений зависимой переменной, сделанных *без учета* распределения по второй, независимой переменной, а E_2 – количество ошибок в предсказаниях значений зависимой переменной, сделанных *на основе значений независимой переменной*.

Обнаружив наличие взаимосвязи между двумя переменными и оценив интенсивность этой связи с помощью какого-либо коэффициента, исследователь стремится проинтерпретировать эту взаимосвязь в терминах причин и следствий. Иными словами, конечной целью измерения взаимосвязи между переменными является подтверждение (или опровержение) каких-то содержательных предположений, касающихся *причинного механизма*, порождающего найденную взаимосвязь.

3.4 Корреляция, регрессия

При анализе связи между переменными, измеренными на интервальном уровне, часто используют графическое представление такой связи, называемое *диаграммой рассеивания* (рис. 7). На диаграмме рассеивания каждое наблюдение, то есть каждый «случай», изображается точкой в двумерной системе координат. Значение независимой переменной для данного наблюдения определяет положение соответствующей точки относительно оси X , а значение зависимой переменной задает вторую координату точки – по оси Y . Иными словами, перпендикуляр, опущенный из точки – «случая» на ось X соответствует измеренному уровню независимой переменной, тогда как перпендикуляр, опущенный на ось Y , будет точно соответствовать наблюдавшемуся уровню зависимой переменной.

На рис. 8 приведены еще 3 диаграммы рассеивания.

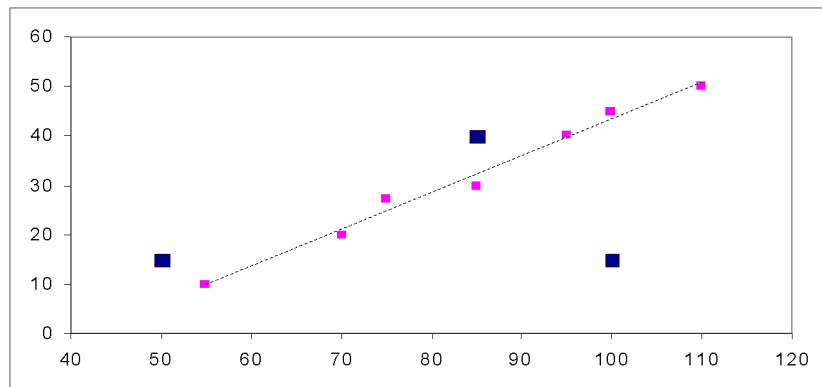


Рис. 7. Диаграмма рассеивания, отражающая связь величины партийного бюджета в млн. руб. (X) с количеством мест в парламенте (Y) для 10 политических партий

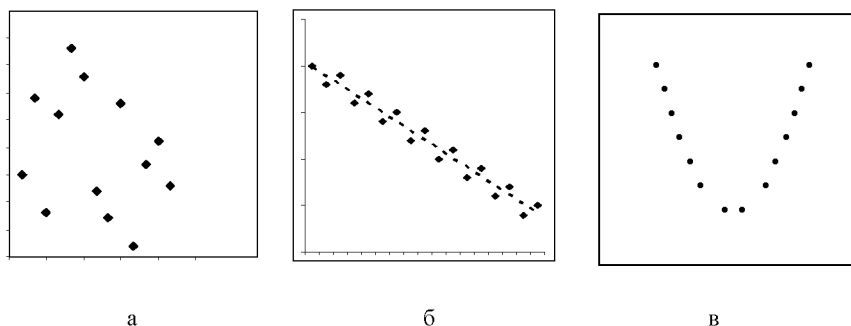


Рис. 8. Диаграммы рассеивания для гипотетических данных

Очевидно, что на рис. 8,а какая-либо связь между X и Y просто отсутствует. На рис. 8,б воображаемая прямая линия (отмечена пунктиром) пересекает бы диаграмму сверху вниз, из левого верхнего в правый нижний угол. Иными словами, линейная связь в этом случае имеет обратное направление: чем больше X , тем меньше зависимая переменная Y . Заметим также, что «кучность» расположе-

ния точек вдоль воображаемой прямой на рис. 8,б не очень велика, а значит, и связь (корреляция) между переменными не только обратная, отрицательная, но еще и не очень сильная, умеренная. Наконец, на рис. 8,в зависимую и независимую переменную связывает явно нелинейное отношение: воображаемый график нисколько не похож на прямую линию и напоминает скорее параболу. Отметим, что методы анализа, о которых сейчас пойдет речь, не годятся для этого нелинейного случая, так как обычная формула для подсчета коэффициента корреляции даст нулевое значение, хотя связь между переменными существует.

Существует обобщенный показатель, позволяющий оценить, насколько связь между переменными приближается к линейному функциональному отношению, которое на диаграмме рассеивания выглядит как прямая линия. Это *коэффициент корреляции*, измеряющий тесноту связи между переменными, то есть их тенденцию изменяться совместно. Как и в рассмотренных выше мерах связи качественных признаков, коэффициент корреляции позволяет оценивать возможность предсказания значений зависимой переменной по значениям независимой. Общая формула для вычисления *коэффициента корреляции Пирсона* включает в себя величину ковариации значений X и Y . Эта величина (s_{xy}) характеризует совместное изменение значений двух переменных. Она задается как сумма произведений отклонений наблюдаемых значений X и Y от средних $\bar{X}$ и $\bar{Y}$ соответствен-

но, то есть
$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$
, деленная на количество наблюдений.

Чтобы понять «физический смысл» ковариации, достаточно обратить внимание на следующее ее свойство: если для какого-то объекта i в a_i и b_i окажутся высокими, то и произведение $(X_i - \bar{X})$ на $(Y_i - \bar{Y})$ будет большим и положительным. Если оба значения (по X и по Y) низки, то произведение двух отклонений, то есть двух отрицательных чисел, также будет положительным. Таким образом, если линейная связь X и Y положительна и велика, сум-

ма таких произведений для всех наблюдений также будет положительна. Если связь между X и Y обратная, то многим положительным отклонениям по X будут соответствовать отрицательные отклонения по Y , то есть сумма отрицательных произведений отклонений будет отрицательной.

Наконец, при отсутствии систематической связи произведения будут иногда положительными, иногда отрицательными, а их сумма (и, следовательно, ковариация X и Y) будет, в пределе, равна нулю. Таким образом, ковариация показывает величину и направление связи, совместного изменения X и Y . Если разделить ковариацию s_{xy} на стандартные отклонения s_x и s_y (чтобы избавиться от влияния масштаба шкал, в которых измеряются X и Y), то мы получим искомую формулу *коэффициента корреляции Пирсона* (r_{xy}):

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}.$$

Более удобная для практических вычислений расчетная формула выглядит так:

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - \left(\sum X_i \right) \left(\sum Y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum X_i^2 - \left(\sum X_i \right)^2 \right] \left[n \sum Y_i^2 - \left(\sum Y_i \right)^2 \right]}}.$$

Регрессионный анализ дает возможность для зависимых величин X и Y *предсказывать значения Y по значениям X с минимальным количеством ошибок*. В общем виде уравнение, описывающее прямую линию регрессии Y по X , выглядит так:

$$\hat{Y} = a_{yx} + b_{yx} X,$$

где $\hat{Y}$ – это предсказываемое значение по переменной x (в только что рассмотренном примере – количество мест в парламенте), a – это точка, в которой прямая пересекает ось Y (то есть значение Y для случая, когда $X = 0$), и b – коэффициент регрессии, то есть наклон прямой.

3.5. Системный подход при моделировании объектов социально-экономической природы

В 70-е годы XX в. потенциал классического системного анализа для изучения социально-экономических систем был во многом исчерпан. Основные затруднения, с которыми столкнулась теория систем, заключается в том, что ключевые понятия классического системного анализа ориентированы на изучение систем в статическом состоянии, когда изменений нет или они несущественны. В такой ситуации адекватным было понимание системы как целого, зафиксированного устойчивой структурой взаимодействия элементов. Однако если мы будем наблюдать за изменениями конкретной социально-экономической системы во времени, то убедимся, что четкость и ясность основных системных понятий начинает размываться.

Специфика социально-экономических систем выдвигает на первый план проблему тождественности – осталась ли изменившаяся во времени система той же или это другая система?

Пример: Изучим деятельность такой социально-экономической системы на примере книжного магазина с целью улучшить его функции. Необходимо узнать позиции директора, продавцов-консультантов, уровень образования населения, мотивацию покупателей, состояние здания, уровень оснащенности торговым оборудованием. Теперь предположим, что поставлена другая задача: провести анализ деятельности магазина за последние 25 лет. За этот период сменилось несколько директоров, появились новые отделы, поменялось государственная система. Что можно сказать о магазине как о системе – изменилась ли она настолько, что надо говорить о разных системах или она сохраняет свою тождественность?

Размышляя над проблемами тождественности, пришли к выводу, что ключевым понятием системы должна стать организация.

Организация определяет главные отношения, которые представляют систему как целое, тогда как структура системы, то есть взаимодействие элементов, может меняться.

Одна система может иметь несколько структур, меняя их, чтобы лучше взаимодействовать с окружающей средой. Система сама

выбирает надо ли реагировать на изменения внешней среды и каким образом.

В последнее время в общественных науках все шире применяется анализ совокупности правил, которым подчиняются изучаемые социально-экономические взаимодействия.

В сфере социологии теорию системных правил развивают шведские ученые Т. Бернс и Е. Флем. Они полагают, что деятельность индивида организуется и управляется в основном социально определенными правилами, а также системами правил.

Эта теория базируется на двух процессах:

- формирование и реформирование систем социальных правил;
- внедрение социальных правил, мобилизация ресурсов для расширения пространства правил.

Социальные правила – нормы и законы, принципы морали (правила игры), обычаи, традиции и т.д. регулируют, но не полностью определяют действия индивида, за ним остается свобода выбора. Любая социальная организация – это разделяемая полностью или частично система правил.

Анализ систем правил широко используется в таких направлениях современной экономической теории как эволюционная экономика, неинституционализм. Лауреат Нобелевской премии по экономике Д. Норт основное внимание в своих работах уделяет взаимодействию социально-экономических институтов и организаций. Он полагает, что институты – это «правила игры» в обществе. Институты включают в себя формальные законы и неформальные правила поведения, все формы ограничений, созданные людьми для того, чтобы придать определенную структуру человеческим отношениям [18].

Подобный подход позволил Д. Норту и его коллегам успешно анализировать функционирование не только экономических, но и политических институтов, таких как конституция и парламент.

3.6. Проблемы внедрения результатов системного анализа новшеств

Системный анализ – одно из бурно развивающихся научных направлений – все шире проникает в науки о природе, технике, в соци-

альные и экономические науки. Системное осмысление изучаемых явлений вводит в научный оборот такие важные понятия, как целостность, структура, эмерджентность (несводимость свойств системы в целом к свойствам элементов системы), подсистема, и, безусловно, полезно для углубления понимания социально-экономической реальности. Как и во всякой молодой науке, в теории систем ведется интенсивная критическая работа по анализу основных положений и постулатов. Непросто даже дать такое определение понятию системы, чтобы четко отделить его от понятия множества.

Системный подход является мощным средством решения прикладных задач, но существует также ряд проблем, связанных с внедрением результатов системного анализа в жизнь.

Внедрение – одна из наиболее сложных и трудноформализуемых стадий системного анализа. Акцентируя внимание на важности этой проблемы, Р. Акофф предложил создать самостоятельный раздел теории системного анализа, названный им “теория практики”. Впрочем, теории здесь не так уж много, речь скорее идет об обобщении практического опыта. Отметим, что Акофф и возглавляемый им институт “I ТЕВАСТ” имеют в своем багаже более четырехсот успешно внедренных системных разработок.

Важную роль в обеспечении успеха разработки играют правильное построение взаимоотношений заказчика и всех остальных участников проекта.

Установление доверительных отношений с заказчиком, с другими представителями заинтересованных сторон, по наблюдениям Акоффа, значительно облегчается, если соблюдать следующие условия:

- 1) обе стороны могут отказаться от продолжения работы в любой момент, если одна из сторон не удовлетворена ходом работы;
- 2) необходимо уделять достаточное время обучению персонала всех заинтересованных сторон.

Таким образом, заказчик, столкнувшись с социально-экономической проблемой, должен вести себя не как врач, собирающий симптомы и выписывающий рецепты, а как учитель, который должен помочь своим ученикам освоить приемы и подходы, позволяющие в дальнейшем самостоятельно решать возникающие проблемы;

3) необходимо стараться всячески подчеркнуть заслуги всех участников проекта, не выделяя при этом отдельно чьих-либо заслуг;

4) ключевым фигурам проекта должен обеспечиваться доступ к нужным лицам и необходимой информации.

Отметим, что сокрытие важной информации – одна из довольно распространенных причин краха разрабатываемых проектов. Один из способов борьбы с этим крайне нежелательным явлением – демократизация процессов принятия решений. Демократизация организации подразумевает участие в разработке всех желающих, причем их участие должно реально влиять на принимаемые решения. Причем эффективно только добровольное участие в разработке.

Значительную роль в повышении качества принимаемых решений играет правильная организация разработки проекта, при этом особое внимание нужно уделять разбиению группы экспертов на подгруппы и организации взаимодействия этих подгрупп.

Следует иметь в виду, что принципы организации работы группы экспертов, успешно применяемые при разработке “жестких” систем, в случае переноса их на практическую почву начинают давать сбой. Для сложных систем не удастся даже четко выделить этапы разработки и внедрения. Дело в том, что современный период характеризуется быстрым изменением окружающей социально-экономической среды. Из-за этих перемен, а также по внутренним причинам социально-экономические системы также достаточно быстро изменяются, в том числе и под влиянием проводимых системных исследований.

В связи с чем в настоящее время экономисты и социологи выделяют следующие подходы к решению возникающих проблем:

1) отказ от каких-либо действий в надежде на то, что проблема исчезнет сама собой;

2) поиск частичных решений, смягчающих проблемную ситуацию до приемлемого состояния;

3) поиск оптимальных наилучших решений;

4) растворение проблемы.

Четвертый подход характерен для методологии “мягких” систем, он ориентирует на поиск таких изменений в системе и окружаю-

щей среде, при которых проблема как бы исчезает и именно этот подход чаще всего приводит к успеху.

Рассмотрим пример успешного растворения проблемы.

Типография, выпускающая различные виды печатной продукции, столкнулась с проблемой – резкие колебания спроса приводили к неравномерному использованию оборудования, что вынуждало администрацию то увольнять, то нанимать снова квалифицированных работников. Неустойчивость положения персонала ухудшала моральный климат, снижала производительность труда. Эта проблема была растворена следующим образом. В качестве основного критерия функционирования предприятия была выбрана не максимизация прибыли, а равномерность загрузки оборудования. Из всей номенклатуры изделий были выделены два вида продукции, спрос на которые менялся в противофазе (летом максимум спроса приходился на один вид продукции, а минимум – на другой; зимой ситуация была обратной). Оба вида продукции производились на однотипном оборудовании, это позволило стабилизировать персонал, улучшить моральный климат и, в конечном счете, повысить производительность труда.

Естественно возникает вопрос, как найти столь неординарные и эффективные решения практической проблемы? Конечно, необходим талант исследователя, но не менее важную роль играет владение определенными приемами и навыками решения задач. Особенно в области исследования операций, т.к. без знаний в этой области трудно успешно решить проблемы сосуществования управления и организации производственных процессов.

Популярные в 60 – 70-х годах подходы к изучению социально-экономических систем, основанные на принципах инженерного, жесткого системного анализа, нередко заканчивались неудачей. Растущее разочарование в прикладных возможностях теории систем побудило многих ученых к отходу от системной парадигмы. Популярным стал тезис “системная эра закончилась”. Однако развитие Черчменом, Акоффом, Чеклендом, Ульрихом и рядом других ученых прикладных методологий, опирающихся на принципы исследования “мягких” систем, коренным образом изменило ситуацию.

Предложенная Фладом и Джексонем концепция интеграции разрозненных системных методологий, безусловно, будет еще больше

способствовать распространению системных идей – “тотальной системной интервенции”.

Идеи методологии «мягких» систем (ММС) широко используются в управленческом консультировании, теории управления (менеджмента), в организации управления и маркетинга. В соответствующей литературе можно найти много дополнительных сведений и практических приемов.

Решение практических проблем требует серьезных теоретических знаний и практического опыта, а также немалой ответственности от руководителей различного уровня. Поэтому их авторитету и знаниям должны доверять все участники процесса принятия решений, да и он сам должен быть уверен, что выработанные с его помощью рекомендации действительно помогут разрешить имеющиеся проблемы и не приведут к нежелательным, непредвиденным последствиям.

Внимательный анализ изложенного в данной главе материала показывает, что красной нитью через все методологии “мягких” систем проходят требования учета мнений всех заинтересованных сторон. Действительно, взгляды, точки зрения, картины мира могут различаться. Заметим, что перечисленные выше понятия как-то связаны со зрительным восприятием, но остаются при этом умозрительными конструкциями. Ясно, что все взаимопонимания – понимание различий картин мира – можно существенно облегчить и углубить, если удастся их визуализировать – представить в простой и наглядной форме.

Не менее актуален для методологии “мягких” систем акцент на изменение устоявшихся стереотипов, преодоление барьеров, мешающих творческому мышлению, использование эвристик для усиления креативности мышления.

3.7. Проблемы оценки целесообразности внедрения новшеств

Теоретический анализ сложившегося механизма внедрения научно-технических новшеств в массовое производство, в том числе и с применением математической теории активных систем, показы-

вает, что это весьма сложная многоуровневая и многофакторная задача, требующая учета всех необходимых социальных и экономических условий, выдвигаемых всеми участниками внедрения новшеств.

Как правило, массовое внедрение новшества требует значительных материальных затрат, а их окупаемость требует времени. Кроме того, возникает необходимость в производственных и вспомогательных площадях, решения вопросов тары и упаковки, складирования, транспортировки, реализации (продажи), оплаты рекламы и других затрат, которые не всегда можно предусмотреть заранее. Некоторые вопросы массового внедрения трудно решить и при наличии достаточных средств, например вопросы, связанные с разработкой новых технологий. Поэтому для эффективного внедрения новшеств необходимо обеспечить ряд социально-экономических мер, обуславливающих четкую, слаженную и взаимно заинтересованную работу всех участников процесса внедрения новшеств. Особенно важным это требование становится при организации массового внедрения новшеств, требующих разработки и применения новых (нестандартных) технологий.

Учитывая, что объемы материальных затрат и социальных компенсаций при внедрении новшеств в массовое производство велики и исчисляются сотнями тысяч, а то и миллионами рублей, весьма актуальной является задача оценки целесообразности начала массового внедрения в производство данного (конкретного) новшества.

Расчет социально-экономических показателей процесса внедрения в массовое производство и потребление конкретного новшества до начала непосредственного внедрения позволяет принять обоснованное решение о целесообразности реализации данного проекта.

Такой расчет осуществляется с помощью конкретных математических моделей управления организационно-экономическими процессами внедрения научно-технических новшеств в массовое производство.

В этом случае экономический подсчет материальных затрат и учет социальных аспектов требует разработки конкретных математических моделей, процедур и механизмов учета и прогнозирования.

Контрольные вопросы

1. Назовите различия одномерного и многомерного анализа.
2. Для чего необходимо перекодирование переменной. Два подхода «сжатия» переменных.
3. Назовите методы графического представления одномерных распределений.
4. Меры центральной тенденции.
5. Меры изменчивости.
6. Для чего применяется таблица сопряженности?
7. Что отражает диаграмма рассеивания?
8. Коэффициент корреляции.
9. Сущность регрессионного анализа.
10. Вопрос тождественности системы во времени.
11. Какие проблемы могут возникнуть при внедрении результатов системного анализа новшеств? Пути решения этих проблем.
12. Как принимается решение о целесообразности проекта?

Глава 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ВНЕДРЕНИЯ ВУЗОВСКИХ НОВШЕСТВ

Используя методы математического моделирования, исследуем влияние предложенных автором элементов организационно-экономического механизма на повышение эффективности внедрения вузовских новшеств в массовое производство.

Анализ отечественного и зарубежного опыта [6], [15] показывает, что выбор организационно-экономического механизма стимулирования массового внедрения должен основываться на принципе согласованного и взаимовыгодного сотрудничества всех субъектов системы: “научный коллектив вуза (вуз) – производство – источник финансирования – торговая сеть”.

4.1. Основные понятия и определения

Рассмотрим схему (рис. 8) процесса внедрения, в котором принимают участие научный коллектив вуза и собственно ВУЗ как юридическое лицо, заинтересованное в организации внедрения своей инновации и являющееся гарантом ее качества; источник (или источники) финансирования; производитель (или производители) и торговая сеть (несколько торговых сетей).



Рис. 8. Структурная схема научно-производственного торгово-финансового комплекса

По сути это структурная схема научно-производственного торгово-финансового комплекса (далее комплекс) по внедрению вузовских инноваций.

Научный коллектив, создавший новшество, передает свои права на его внедрение вузу, который осуществляет научно-техническую и экономическую экспертизу и принимает решение выступить в качестве гаранта перед источником финансирования, производителями и торговой сетью для получения средств и организации массового внедрения. Источник финансирования проводит технико-экономическую экспертизу предлагаемой вузом инновации (консолидированного бизнес-проекта), принимает решение о выделении средств и осуществляет финансирование проекта. В этом случае ВУЗ выступает как заказчик процесса внедрения с целью гарантированного обеспечения своих экономических интересов. Производитель осуществляет выпуск комплектующих изделий (заводы-изготовители) и выпускает внедряемое новшество (завод-сборщик).

Торговая сеть, которая в общем случае может состоять из множества торговых сетей, реализует новшество населению. С момента начала финансирования проекта в ее обязанности входит работа по продвижению новшества на рынок на основе его рекламы и по формированию спроса в потребительской среде, т.е. формирование потенциального покупателя. К моменту начала выпуска новшества реклама, проводимая торговой сетью и самим производителем, маркетинговые исследования и сформировавшийся в потребительской среде спрос на данное новшество должны позволить достаточно точно установить величину его первой серии.

Очевидно, что конечные результаты во многом зависят от взаимодействия и синхронной работы всех участников КОМПЛЕКСА, поскольку нарушение согласованности поставок по номенклатуре, срокам, объему и качеству приводит к увеличению затрат и снижению эффекта в системе “разработка – финансирование – производство – реализация”.

Анализ схемы (рис. 8) в случае, когда вуз принял решение о целесообразности внедрения новшества, позволяет составить следующий укрупненный перечень необходимых работ.

1. ВУЗ
 - разработка проектно-конструкторской документации;
 - разработка собственного бизнес-проекта с учетом своих экономических и организационных требований;
 - консолидация бизнес - проектов всех участников КОМПЛЕКСА с созданием сводного бизнес-проекта.
2. ТОРГОВАЯ СЕТЬ – ТС
 - маркетинговые исследования;
 - реклама;
 - подготовка персонала;
 - разработка собственного бизнес-проекта.
3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬ (ЗАВОД-СБОРЩИК) – ЗС
 - разработка технологической документации на сборку и технологическую оснастку для сборки новшества;
 - разработка собственного бизнес-проекта;
 - разработка технического задания на комплектующие;
 - реклама.
4. ПРОИЗВОДИТЕЛЬ (ЗАВОДЫ – ИЗГОТОВИТЕЛИ КОМПЛЕКТУЮЩИХ) – ЗИК
 - разработка технологической документации на комплектующие и оснастку для их изготовления;
 - разработка собственного бизнес-проекта.
5. ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ – ИФ
 - анализ и проверка консолидированного (сводного) бизнес-проекта;
 - принятие решения о финансировании;
 - выделение целевого финансирования согласно сводному бизнес-проекту для 1, 2, 3 и 4.
6. ЗАПУСК НОВШЕСТВА В ПРОИЗВОДСТВО
 - распределение финансирования (ВУЗ);
 - разработка сетевого план-графика массового выпуска новшества (ВУЗ; ЗС; ЗИК);
 - разработка плана реализации и продвижение товара на рынок (ТС);

- изготовление (ЗС и ЗИК);
- реализация (ТС);
- перечисление прибыли источнику финансирования (ВУЗ).

Очевидно, что вуз, приняв решение о рекомендации новшества к широкому внедрению, найдет средства и возможности, хотя и с риском экономических потерь, выполнить работы “1”, что позволит оформить коммерческое предложение в торговую сеть, которая, в свою очередь, обладая знаниями о потребностях рынка в данном новшестве, проведет работы “2” при минимальном финансировании.

При положительном выводе о целесообразности внедрения новшества на рынок по результатам работы “2” представляется очевидным, что заводы будут заинтересованы выполнить работы “3” и “4” также при минимальном финансировании со стороны вуза.

Все это позволит вузу оформить консолидированный (сводный) бизнес-проект по работам “1”, “2”, “3” и “4” для обращения к источнику финансирования о выделении средств на производство новшества.

Положительное завершение работы “5” позволит приступить к производству новшества, т. е. к выполнению работы “6”.

Примерная укрупненная блок-схема вышеописанной процедуры принятия решения о производстве новшества приведена на рис. 9, 10, 11 и 12.

Опишем в формализованном виде подход к решению данной задачи. Введем и частично повторим следующие обозначения:

ЗС – завод-сборщик;

ЗИК – завод-изготовитель комплектующих;

НТС – научно-технический совет;

ИФ – источник финансирования;

ПКД – проектно-конструкторская документация (соответствует определениям ГОС);

ТЗ – техническое задание (соответствует определениям ГОС);

ТС – торговая сеть – структура, занимающаяся сбытом нового продукта, исследованиями рынка, рекламой, подготовкой кадров для продаж и послепродажного обслуживания;

БП – бизнес-проект – систематизированные данные о подготавливаемом производстве. Описание экономической сути проекта, рас-

четные таблицы, описывающие затраты на внедрение в производство, сбыт и т. д.;

БП1 – бизнес-проект ВУЗа;

БП2 – бизнес-проект торговой сети;

БП3 – бизнес-проект завода-сборщика;

БП4 – бизнес-проект завода-изготовителя комплектующих изделий;

БП0 – консолидированный бизнес-проект для анализа эффективности вложений.

Рассмотрим блок-схему 1 анализа целесообразности массового внедрения новшества (рис. 9).

Научный коллектив вуза, разработавший новшество и изготовивший опытный образец, обращается в НТС факультета (вуза) для принятия решения о поддержке внедрения новшества в массовое производство. НТС рассматривает данное обращение и в случае принятия положительного решения о возможности внедрения данного новшества (при отсутствии ограничений со стороны вышестоящих организаций) служба экономического развития вуза разрабатывает предварительное коммерческое предложение и направляет его в торговую сеть для выдачи заключения о целесообразности массового внедрения новшества. В свою очередь, торговая сеть, используя свои знания потребительского рынка, может дать положительное или отрицательное заключение. Во втором случае работы по анализу целесообразности заканчиваются или могут быть продолжены в другой торговой сети. При положительном решении торговая сеть может рекомендовать новшество к массовому внедрению в предложенном вузом виде или потребовать произвести определенные доработки или изменения внешнего вида.

Далее ВУЗ, выступая как заказчик внедрения своего новшества, проводит работы согласно блок-схеме 2 (рис. 10). Вуз (служба экономического развития) разрабатывает уточненное коммерческое предложение и, предварительно согласовав с торговой сетью, направляет его на завод, где предполагается внедрить новшество в производство. Одновременно вуз продолжает собственные маркетинговые исследования и разрабатывает собственный бизнес-проект БП1, отражающий локальные интересы вуза при внедрении новшества.

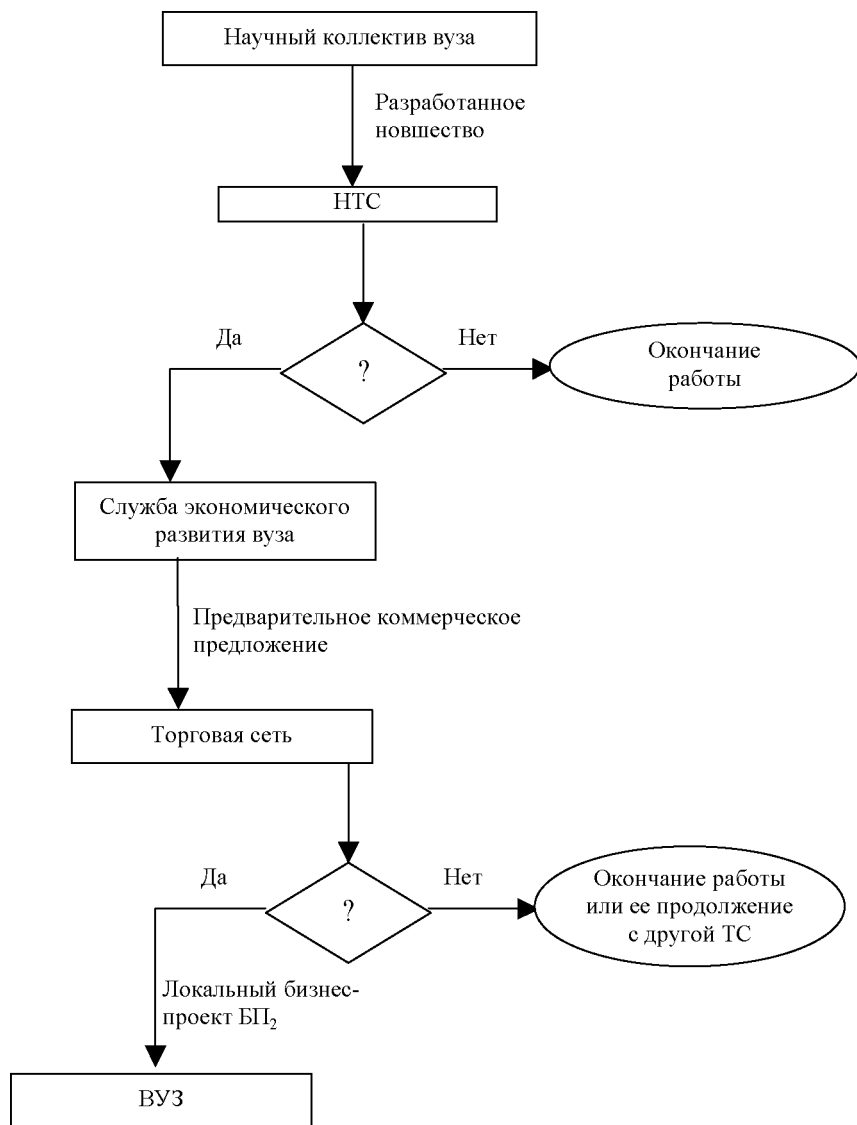


Рис. 9. Блок-схема 1. Анализ целесообразности массового внедрения новшества

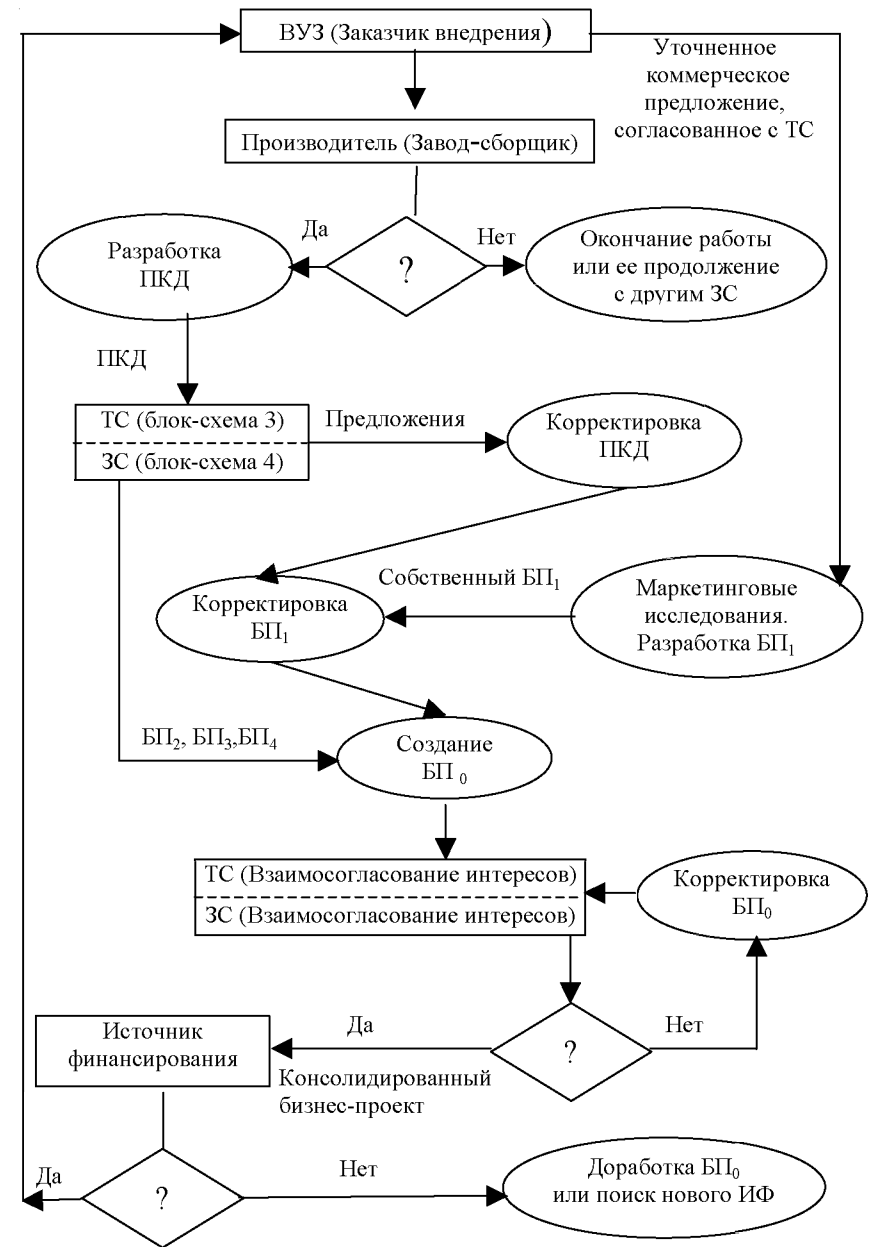


Рис.10. Блок-схема 2 общая. Проведение мероприятий вузом

В случае, если завод дает свое согласие на производство данной продукции, вуз приступает к разработке проектно-конструкторской документации на свое новшество и передает ее в соответствующей части заводу (ЗС) и в торговую сеть (ТС).

Далее торговая сеть приступает к выполнению работ согласно блок-схеме 3 (рис. 11), а завод-сборщик – к работам согласно блок-схеме 4 (рис. 12).

Торговая сеть в соответствии с блок-схемой 3 проводит анализ эргономических и технических характеристик новшества и при необходимости в режиме реального времени в процессе проведения описываемых работ выдает вузу предложения по изменению формы, размеров, дизайна или любых других характеристик новшества с целью обеспечения его максимальной востребованности потребителем. Блок-схемами 2, 3 и 4 (рис. 10, 11, 12) предусмотрена корректировка ПКД на всех уровнях разработки и производства новшества. Торговой сетью ведется рекламная деятельность и подготовка торгового персонала, а также разрабатывается собственный локальный бизнес-проект БП₂, который затем передается вузу.

Завод-сборщик (ЗС) проводит собственные маркетинговые исследования и рекламу; разрабатывает оснастку и технологическую документацию на собственное производство; разрабатывает собственный локальный бизнес-проект БП₃.

Если основной завод (ЗС) не в состоянии самостоятельно изготовить все составные части новшества, то он включает в кооперацию завод-изготовитель (или несколько заводов-изготовителей) комплектующих (ЗИК). В этом случае ЗС выдает ТЗ и необходимую ПКД заводам-изготовителям комплектующих.

Завод-изготовитель комплектующих анализирует поступившую ему документацию и при положительном решении приступает к разработке оснастки и разработке собственной технологической документации, а также разрабатывает собственный бизнес-проект БП₄ и передает его ЗС, который передает БП₃ и БП₄ вузу. При необходимости (в зависимости от наличия производственного оборудования) предусматривается корректировка технологических процессов и ПКД.

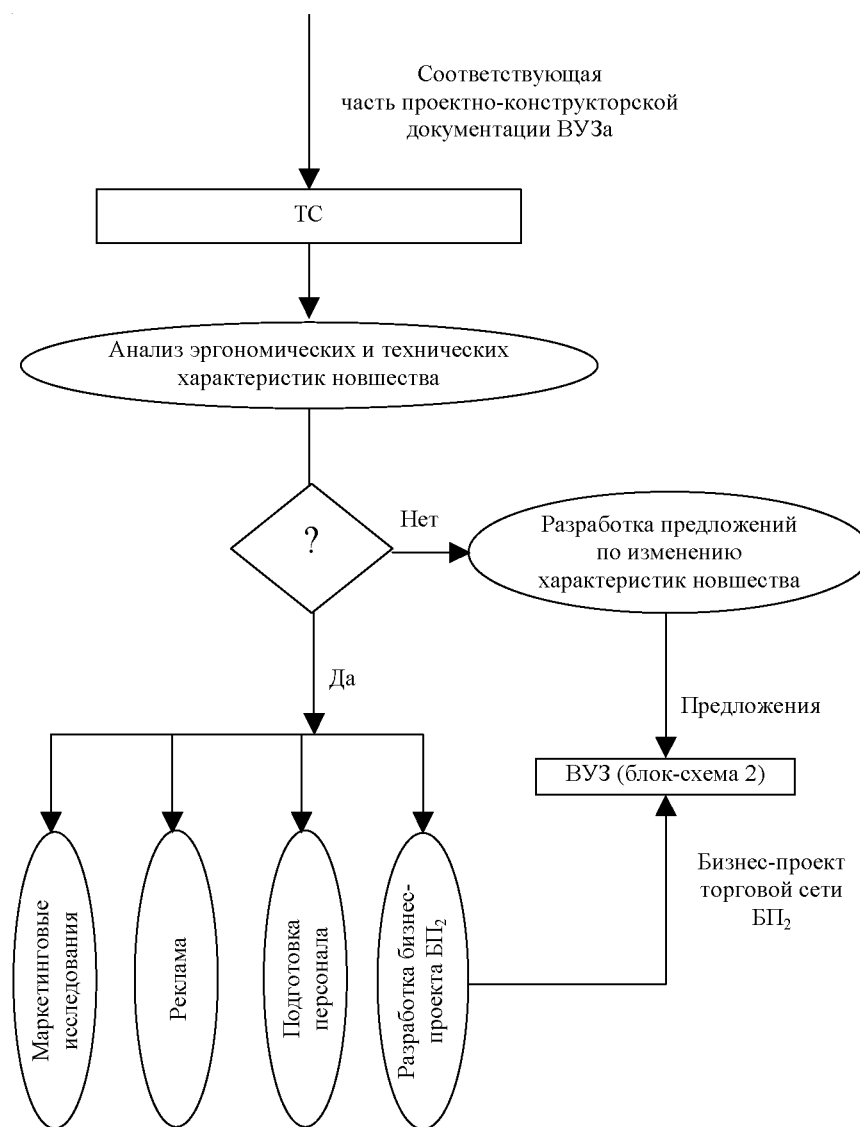


Рис. 11. Блок-схема 3. Выполнение работ ТС

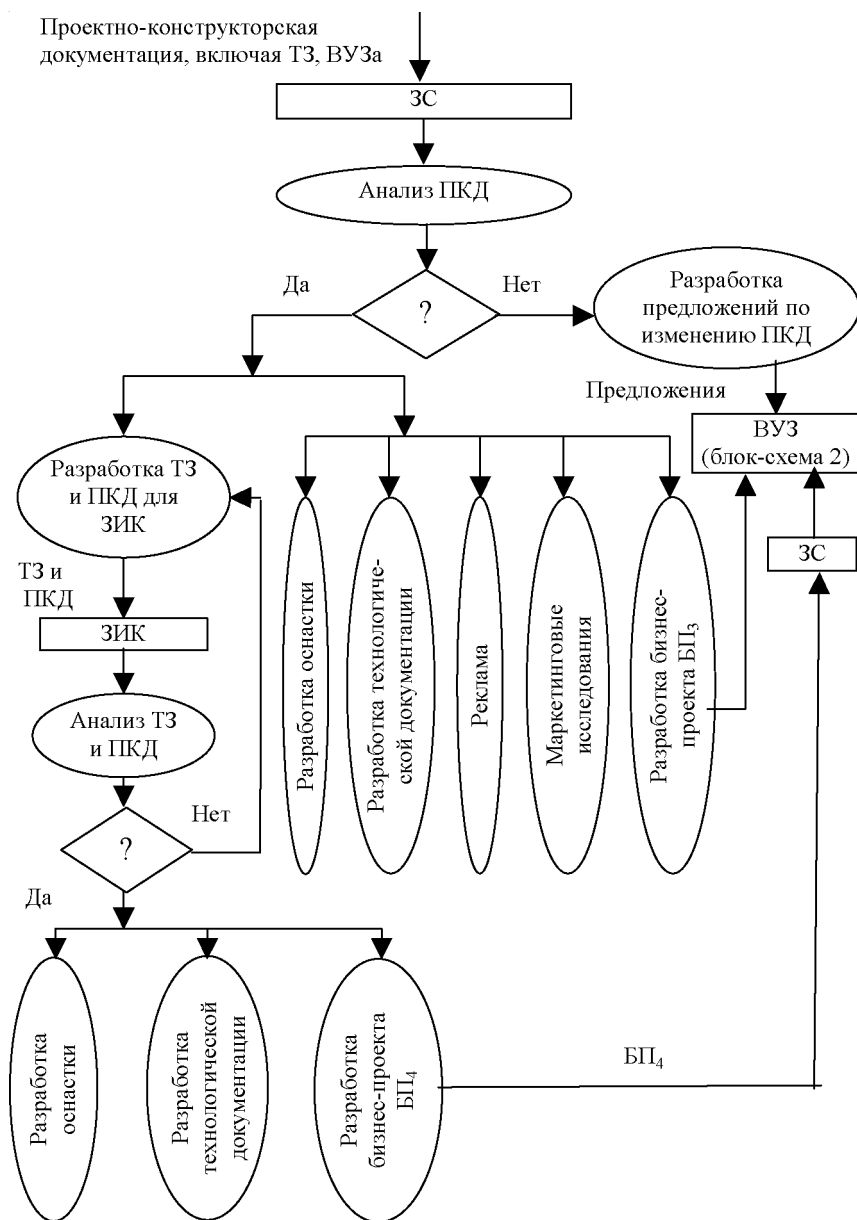


Рис. 12. Блок-схема 4. Выполнение работ ЗС и ЗК

В результате совместно проделанной работы вуз на основе локальных бизнес-проектов создает консолидированный бизнес-проект БП0, который затем анализируется им совместно с ЗС и ТС с целью полного отражения возможных реальных расходов и доходов, а также учета интересов всех участников процесса внедрения. После этого консолидированный бизнес-проект БП0 передается на рассмотрение источнику финансирования. По результатам анализа БП0 источник финансирования принимает решение о выделении средств. При положительном решении финансовые средства выделяются вузу (рис. 10), который распределяет и перераспределяет их между участниками процесса внедрения (ЗС, ТС) с учетом их локальных организационно-экономических интересов и объемных и качественных показателей работы. При этом достигается взаимосогласованный и взаимовыгодный как с организационной, так и с экономической стороны процесс внедрения новшества в массовое производство.

Для математического описания предложенного организационно-экономического механизма стимулирования эффективной работы КОМПЛЕКСА при управлении изготовлением и поставками комплектующих на завод-сборщик, ритмичной работы завода-сборщика и поставками товара (новшества) в торговую сеть, авторским надзором (в широком смысле) ученых, производителей, финансистов и работников торговли за производством, рекламой, маркетинговыми исследованиями и передачей в торговую сеть новшества и взаимодействия всех участников процесса с источниками финансирования введем следующие обозначения:

$I = \{i = \overline{1, n}\}$ – множество участников КОМПЛЕКСА (завод-сборщик, заводы-изготовители комплектующих, торговая сеть, источник финансирования);

$y_i \in Y_i$ – вектор состояния и множество его возможных значений для i -го участника КОМПЛЕКСА ;

$Y = \sum y_i, i \in I$ – вектор состояния КОМПЛЕКСА;

$x_i \in X_i$ – вектор планового задания в рублях для i -го участника КОМПЛЕКСА;

$X = \sum x_i, i \in I$ – вектор планового задания для КОМПЛЕКСА;

$\Phi(x, y)$ – целевая функция заказчика (ВУЗ), характеризующая его экономические интересы;

$f_i(x_i, y_i), i \in I$ – функции стимулирования участников КОМПЛЕКСА, отражающие их собственные экономические интересы.

Как следует из вышеизложенного, в дальнейшем под участниками КОМПЛЕКСА (или просто участниками) будем понимать ЗС, ЗИК, ТС, ИФ, а ВУЗ будем именовать заказчиком.

С учетом введенных обозначений механизм стимулирования в управлении КОМПЛЕКСА представим следующим образом. Имея $\Phi(x, y)$ – целевую функцию заказчика, введем $F(x, y) = \sum f_i(x_i, y_i), i \in I$ – суммарную функцию стимулирования участников.

Если переменными составляющими механизма стимулирования участников являются функции стимулирования $f_i(x_i, y_i)$, то для реализации поставленной цели заказчик выбирает такие функции стимулирования для каждого i -го участника из допустимого множества $F\{f_i(x_i, y_i)\} \in F$, которые обеспечивают максимальное значение целевой функции $\Phi(x, y)$. Другими словами, выбирая переменные составляющие механизма стимулирования $f_i(x_i, y_i)$, заказчик определяет экономические интересы каждого i -го участника КОМПЛЕКСА таким образом, чтобы тот, реализуя собственную локальную цель, способствовал реализации цели КОМПЛЕКСА.

На рис. 13 представлена схема взаимосвязи основных составляющих механизма стимулирования в процессе внедрения вузовского новшества. Управление экономической мотивацией поведения участников КОМПЛЕКСА в процессе финансирования производства, поставки в торговую сеть и реализации производственного продукта осуществляется заказчиком путем выбора управляющих воздействий в виде функций стимулирования $f_i(x_i, y_i), i = \overline{1, n}$, характеризующих их экономические интересы.

При этом

$$x_i \in X_i^o(x_i, f_i) = \text{Arg max}_{x_i \in X_i} f_i(x_i, y_i), i \in I, \quad (1)$$

где $X_i^o(x_i, f_i)$ – множество состояний плановых заданий i -го участника, на котором достигается максимальное значение целевой функции заказчика.

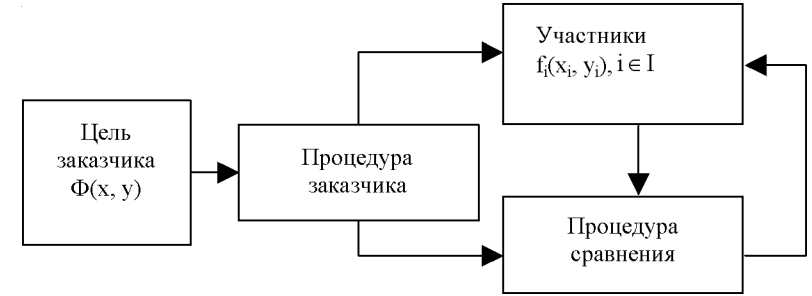


Рис.13. Схема механизма управления стимулированием

Будем считать, что механизм управления стимулированием участников КОМПЛЕКСА основывается на их рациональном поведении, заключающемся в том, что в данной ситуации каждый i -й участник выбирает свое состояние $y_i, i \in I$, при котором достигается максимальное значение его целевой функции. Следовательно, i -го участника можно описать следующей моделью (зависимостью), устанавливающей связи между выбираемыми им состояниями и механизмом стимулирования:

$$y_i \in Y_i^o(x_i, f_i) = \text{Arg max}_{y_i \in Y_i} f_i(x_i, y_i), i \in I, \quad (2)$$

где $Y_i^o(x_i, f_i)$ – множество состояний i -го участника, на котором достигается максимальное значение его функции стимулирования при заданном заказчиком объеме производства и качестве новшества.

Высказанные выше предположения позволяют заказчику осуществить прогноз выбора остальными участниками КОМПЛЕКСА своих состояний согласно модели:

$$y_i \in Y^o(x, f) = \{Y_i^o(x_i, f_i), i \in I\}. \quad (3)$$

Блок-схема выбора оптимальных состояний i -м участником представлена на рис. 14.

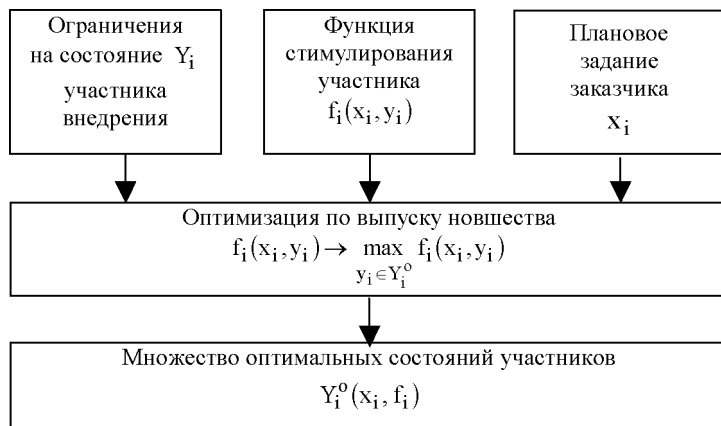


Рис. 14. Блок-схема выбора оптимальных состояний

При заданном механизме стимулирования и определенном в соответствии с (3) прогнозом состояния системы можно оценить для каждого участника внедрения новшества величину разности, позволяющей судить о согласованности экономических интересов между участниками и заказчиком внедрения:

$$\Delta f_i(x_i) = \max_{y_i \in Y_i^0} f_i(x_i, y_i) - f_i(x_i, y_i), \quad i \in I. \quad (4)$$

Будем считать механизм стимулирования согласованным с целевыми функциями участников процесса внедрения, если он обеспечивает точное выполнение ими планового задания, что является чрезвычайно важным для ритмичной работы завода-сборщика.

Таким образом, механизм стимулирования является согласованным с интересами участников внедрения, если для каждого участника прогнозируемое состояние равно плановому заданию:

$$y_i = x_i, y_i \in Y_i^0(x_i, f_i), \quad i \in I. \quad (5)$$

Отсюда следует, что для согласованного механизма стимулирования разность $\Delta f_i(x_i)$ должна быть равна нулю для всех $i \in I$:

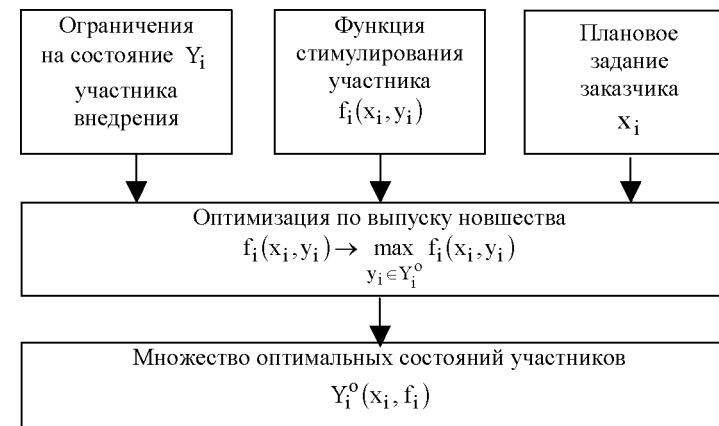


Рис. 14. Блок-схема выбора оптимальных состояний

При заданном механизме стимулирования и определенном в соответствии с (3) прогнозом состояния системы можно оценить для каждого участника внедрения новшества величину разности, позволяющей судить о согласованности экономических интересов между участниками и заказчиком внедрения:

$$\Delta f_i(x_i) = \max_{y_i \in Y_i^0} f_i(x_i, y_i) - f_i(x_i, y_i), \quad i \in I. \quad (4)$$

Будем считать механизм стимулирования согласованным с целевыми функциями участников процесса внедрения, если он обеспечивает точное выполнение ими планового задания, что является чрезвычайно важным для ритмичной работы завода-сборщика.

Таким образом, механизм стимулирования является согласованным с интересами участников внедрения, если для каждого участника прогнозируемое состояние равно плановому заданию:

$$y_i = x_i, y_i \in Y_i^0(x_i, f_i), \quad i \in I. \quad (5)$$

Отсюда следует, что для согласованного механизма стимулирования разность $\Delta f_i(x_i)$ должна быть равна нулю для всех $i \in I$:

$$\Delta f_i(x_i) = 0. \quad (6)$$

Следовательно, для каждого участника должно выполняться равенство значений функций стимулирования, достигаемых при реализации плановых заданий и прогнозируемых состояний. Поэтому из (4) с учетом (5) можно получить искомую зависимость:

$$f_i(x_i, y_i) = \max_{y_i \in Y_i^o(x_i, f_i)} f_i(x_i, y_i) \quad \text{по } y_i \in Y_i^o(x_i, f_i) \text{ и } i \in I. \quad (7)$$

Множество планов для каждого участника, удовлетворяющих (6) и (7), обозначим как $S_i(f_i)$, $i \in I$ и назовем согласованными планами, так как при их назначении со стороны заказчика участники экономически заинтересованы в их точном выполнении.

Таким образом, множество согласованных планов, точная реализация которых для каждого участника выгодна экономически, удовлетворяет соотношению:

$$S_i(f_i) = \Delta f_i(x_i) / f_i(x_i, y_i) = 0$$

при $x_i \in X$; $i \in I$ для всех $y_i \in Y_i^o$ или

$$S_i(f_i) = \frac{\max_{y_i \in Y_i^o} f_i(x_i, y_i) - f_i(x_i, y_i)}{f_i(x_i, y_i)} = 0, \quad i \in I, y_i \in Y_i^o. \quad (8)$$

Если разность $\Delta f_i(x_i)$, $i \in I$, определяемая в соответствии с (4), для какого-либо i -го участника больше нуля:

$$\Delta f_i(x_i) > 0, i \in I, \quad (9)$$

то реализация им планового задания приведет к уменьшению величины стимулирующего воздействия и, следовательно, выбранный механизм стимулирования является несогласованным с функциями стимулирования участников. Поэтому неотрицательная величина разности $\Delta f_i(x_i)$, $i \in I$ количественно оценивает потери участников КОМПЛЕКСА от реализации ими планового задания, устанавливаемого заказчиком. На рис. 15 представлена блок-схема определения потерь участников при реализации заказа.

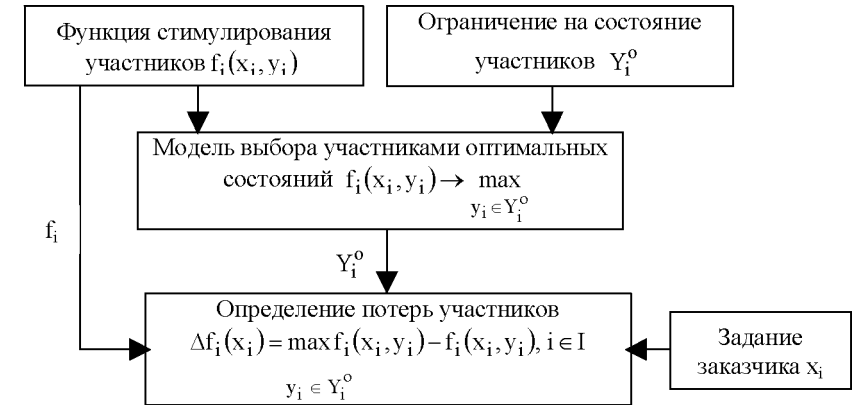


Рис.15.Блок-схема определения потерь участников

4.2. Задача выбора взаимосогласованных решений

Представим задачу выбора взаимосогласованных управленческих решений в виде следующей модели:

$$\Phi(x, y) \rightarrow \max, \quad x \in X, \quad (10)$$

$$f(x, y) \in F$$

при заданных ограничениях:

$$x_i \in S_i(f_i), i \in I, \quad (11)$$

$$f_i(x_i, y_i) \in F_i, i \in I. \quad (12)$$

Особенность модели (10)-(12) заключается в том, что вектор планового задания $x = \{x_i, i \in I\}$, найденный в результате решения задачи оптимизации (10), является, во-первых, оптимальным для всей системы, и, во-вторых, согласованным, а значит и оптимальным с точки зрения ее участников.

Полученное из (10)-(12) плановое задание является взаимосогласованным с экономическими интересами участников и заказчика. Из этого можно сделать вывод, что согласованный механизм стимулирования участников КОМПЛЕКСА при организации внедрения

вузовских новшеств, определенный из (10)-(12), влияет на участников, преследующих свои цели, направляя их на реализацию интересов системы в целом.

Представим функцию стимулирования для каждого i -го участника как сумму двух составляющих и определим область допустимых значений функции стимулирования F .

Итак

$$f_i(x_i, y_i) = f_i(y_i) + c_i(x_i), \quad i \in I, \quad (13)$$

где $f_i(y_i)$ – функция, дающая оценку эффективности деятельности i -го участника при реализации состояния y_i ; $c_i(x_i)$ – функция стимулирования, зависящая от выполнения i -м участником планового задания x_i . Пусть $f_i(y_i)$ – фиксированная составляющая функции стимулирования участника, а $c_i(x_i)$ – ее переменная составляющая.

Следовательно, в задаче выбора заказчиком взаимосогласованных управленческих решений при организации внедрения вузовских новшеств в производство для каждого участника определяется величина стимулирования $c_i(x_i)$, $i \in I$.

Величина разности, определяемая из (4), является нижней границей области допустимых значений функции стимулирования для каждого участника:

$$c_i(x_i) \geq \Delta f_i(x_i), \quad i \in I. \quad (14)$$

Экономический смысл неравенства (14) заключается в том, что величина стимулов $c_i(x_i)$ для каждого участника за точное выполнение задания не должна быть меньше возникающих при этом потерь участника $\Delta f_i(x_i)$.

Верхней границей области допустимых значений функции стимулирования является суммарный эффект, получаемый заказчиком от согласованной работы всех участников КОМПЛЕКСА. Для определения суммарного эффекта оценим целевую функцию системы $\Phi(x, y)$ на множестве прогнозируемых состояний $Y^o(x, f)$ при фиксированных функциях стимулирования участников. Другими словами, оценим гарантированный результат заказчика на множестве оптимальных состояний участников, который определяется следующим образом:

$$\Psi(x) = \max \Phi(x, y);$$

$$y \in Y^o(x, f),$$

где $y \in Y^o(x, f) = \sum Y_i^o(x_i, f_i)$, $i \in I$ – множество оптимальных состояний для участников, при которых достигается максимальное значение их функций стимулирования; $\Psi(x)$ – гарантированный результат заказчика.

На рис. 16 изображена блок-схема определения гарантированного результата заказчика.

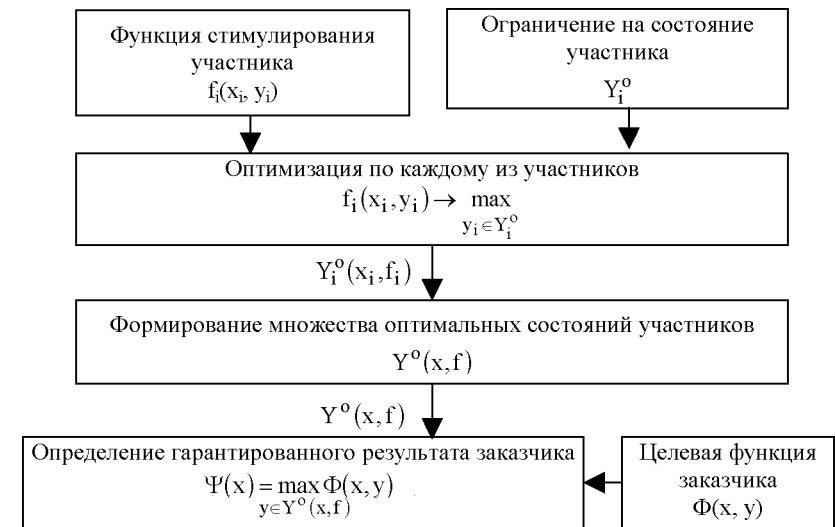


Рис. 16. Блок-схема определения гарантированного результата заказчика

При сравнении величины целевой функции $\Phi(x)$ с гарантированным значением $\Psi(x)$ определяется дополнительный суммарный экономический эффект, получаемый при реализации согласованного механизма стимулирования, определяемого в результате решения (10)-(12):

$$\Delta \Phi(x) = \Phi^o(x) - \Psi(x), \quad (16)$$

где $\Phi^o(x) = \max \Phi(x, y)$, $x \in X^o$.

Превышение дополнительного суммарного эффекта относительно суммарных потерь участников при реализации ими плана, оптимального для заказчика, является условием реализации оптимальных планов, экономически выгодных для всей системы.

При этом должно выполняться неравенство:

$$\Delta\Phi(x) \geq \sum_{i=1}^n \Delta f_i(x_i). \quad (17)$$

Учитывая (14) и (16), представим допустимую область выбора функций стимулирования для каждого участника в следующем виде:

$$\Delta f_i(x_i) \leq c_i(x_i) = \gamma_i \Delta\Phi(x), \quad i \in I, \quad \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1, \quad (18)$$

где γ_i – коэффициент, учитывающий вклад участников в суммарный дополнительный эффект. Модель задачи выбора взаимосогласованных управленческих решений, с учетом (13) и (18), выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \Phi[x, c(x)] &\rightarrow \max; \\ x &\in X^0, \quad c(x) \in C. \end{aligned} \quad (19)$$

Тогда при существующих ограничениях:

$$x_i \in S_i(f_i) = \left\{ x_i \in X^0 \mid f_i(x_i, y_i) = \max_{y_i \in Y_i^0} f_i(y_i) + c_i(x_i) \right\}; \quad i \in I, \quad (20)$$

$$\begin{aligned} x_i &\in S_i(f_i); \quad x_i \in X^0; \quad i \in I, \\ f_i(x_i, y_i) &= \max_{y_i \in Y_i^0} f_i(y_i) + c_i(x_i), \end{aligned}$$

$$c_i(x_i) \in c_i = \{c_i(x_i) \mid \Delta f_i(x_i) \leq c_i(x_i) = \gamma_i \Delta\Phi(x)\}, \quad i \in I, \quad (21)$$

где $X \in Y$ – множество реализуемых планов; $C(x) = \{c_i(x_i), i \in I\}$ – функции стимулирования участников; $C = \{c, i \in I\}$ – допустимое множество выбора функций стимулирования.

Блок-схема формирования согласованных управленческих решений со стороны заказчика в виде функции стимулирования участников КОМПЛЕКСА $c_i(x_i), i = \overline{1, n}$ представлена на рис. 17.

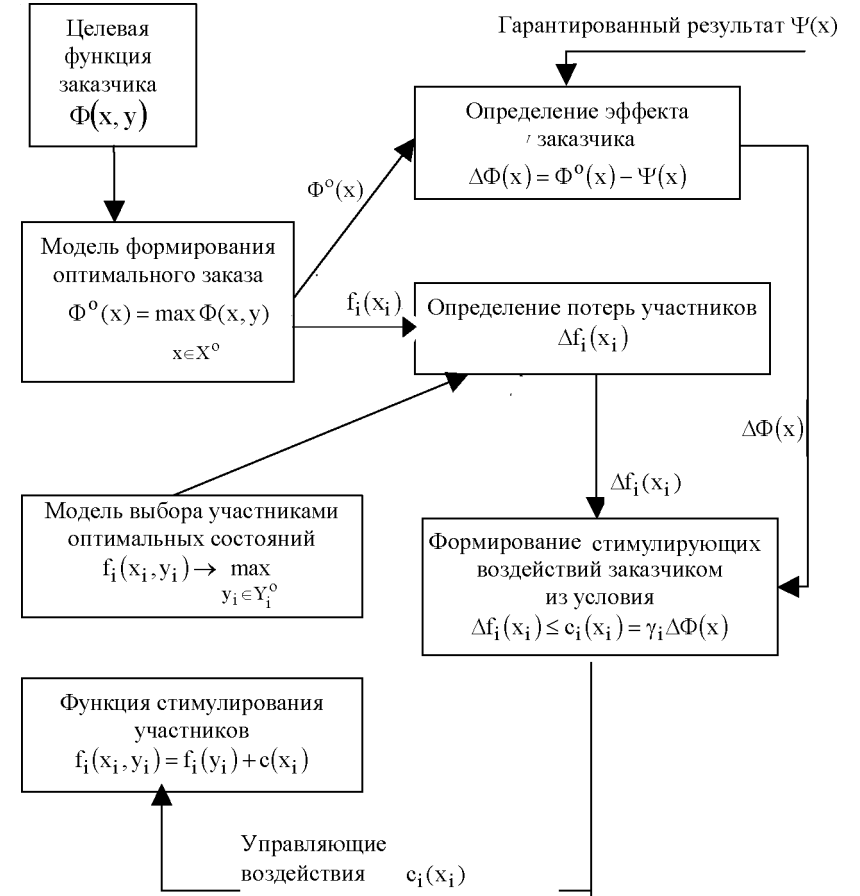


Рис. 17. Блок-схема формирования взаимосогласованных управленческих решений при организации внедрения

Предложенный алгоритм выбора взаимосогласованных управленческих решений при организации широкого внедрения вузовских инноваций в производство позволяет ориентировать интересы отдель-

ного участника КОМПЛЕКСА на интересы заказчика и за счет этого увеличить эффективность функционирования всей системы.

Решение задачи выбора взаимосогласованных управленческих решений необходимо осуществлять с учетом того, что у каждого из участников имеются свои цели, которые могут и не совпадать с целями заказчика.

Для решения этого противоречия необходимо проанализировать связь между конечными результатами деятельности участников КОМПЛЕКСА по показателям количества и качества и на основе анализа согласовать интересы участников с интересами заказчика путем выбора взаимосогласованных управленческих решений.

4.3. Взаимосогласованный организационно-экономический механизм управления

Проблема обеспечения качества при заданном объеме производства остро стоит перед заводом-изготовителем. Мировая практика показывает, что сохранение положения на рынке во многом зависит от выбора организационно-экономического механизма управления качеством внедряемых новшеств.

Это объясняется тем, что качество продукции определяется не только процессом основной сборки, но и качеством поставляемых комплектующих, сырья и материалов. Корректировка усилий всех участников процесса внедрения новшеств по производству комплектующих в нужном количестве и с нужным качеством является сложной задачей.

Каждый участник, устанавливая качество с позиции своего критерия, может вступать в противоречие с заказчиком. Это выражается в том, что цели участников и заказчика не совпадают, и это приводит к предъявлению различных требований к качественным показателям новшества и нарушению согласованности в работе между участниками. Поэтому основным направлением обеспечения качества новшества является создание у участников КОМПЛЕКСА экономической заинтересованности в выборе таких стратегий, которые были бы ориентированы на достижение как собственных целей, так и целей заказчика.

Для изучения организационно-экономического механизма управления качеством внедряемых новшеств рассмотрим функционирование системы КОМПЛЕКСА.

Функционирование системы имеет периодический характер и состоит из нескольких этапов:

- формирование заказчиком заданий по объему и качеству выпуска внедряемого новшества;
- формирование заданий по объему и качеству комплектующих;
- реализация участниками установленных заказчиком заданий;
- оценка эффективности функционирования КОМПЛЕКСА как результат взаимодействия между заказчиком и участниками.

На этапе планирования заказчик должен максимизировать свою целевую функцию. Учитывая ограничения на различные ресурсы и спрос на новшество, он устанавливает такие плановые объемы продаж конечной продукции и плановые объемы затрат на комплектующие, которые максимизируют его целевую функцию.

Каждый участник реализует плановые задания заказчика, руководствуясь при этом собственными целевыми функциями и ограничениями. При реализации плановых заданий участники максимизируют значения своих функций стимулирования. Для обеспечения взаимосогласованности заказчик может влиять на функции стимулирования участников путем распределения между ними полученного дополнительного экономического эффекта от реализации конечной продукции с повышенным уровнем качества и, следовательно, влиять на выбор уровня качества работ каждого участника системы. Выбор значений показателей качества внедряемых новшеств, комплектующих и процесса сборки, а также управляющих воздействий на участников представляет собой задачу синтеза механизма стимулирования в управлении качеством продукции. В зависимости от выбора заказчиком организационно-экономического механизма управления качеством участники реализуют свою функцию либо в точном соответствии с установленным заданием по уровню качества, либо с отклонением от него. Механизм управления качеством внедряемых новшеств назовем взаимосогласованным, если участники ориентированы на достижение показателей, установленных заказчиком. Из этого следует, что взаимосогласованный механизм управления

качеством внедряемых новшеств создает у участников экономическую заинтересованность в выборе и реализации стратегии обеспечения качества, которая направлена на достижение как собственных целей, так и целей заказчика.

Задачу выбора организационно-экономического механизма управления качеством сформулируем как задачу определения согласованных планов по качеству конечной продукции, комплектующих, сборки и т. д., которые максимизируют значения целевой функции и заказчика и всех участников с учетом всех ограничений, включая и спрос на конечную продукцию.

Предположим, что заказчик хочет, чтобы завод-сборщик выпустил одну единицу изделия, для изготовления которого необходимо каждому из “n” участников выполнить одноразово свою функцию.

Введем обозначения:

$I = \{i(i = \overline{1, n})\}$ – множество участников и наименований их продукции;

x_0, y_0 – плановый и фактический объемы выпуска изделия соответственно;

$x_i, y_i, i \in I$ – плановый и фактический объемы выпуска i-й комплектующей соответственно;

b_0^x, b_0^y – плановый и фактический уровни качества сборки изделия соответственно;

b_i^x, b_i^y – плановый и фактический уровни качества i-й комплектующей соответственно;

Π_0 – рыночная цена изделия;

$c_0(x, b^x)$ – функция затрат заказчика;

Π_i – цена поставки i-й комплектующей;

$\Phi(x, b^x) = \Pi_0 x_0 - c_0(x, b^x) - \sum_{i \in I} \Pi_i x_i$ – целевая функция заказчика;

$x = (x_0, x_i, i \in I)$ – вектор планового задания объема выпуска конечного изделия и объемов комплектующих;

$b_x = (b_0^x, b_i^x, i \in I)$ – вектор планового задания уровня качества выполняемых работ;

$f_i(y_i, b_i^y) = \Pi_i y_i - c_i(y_i, b_i^y)$ – целевая функция i-го участника;

$c_i(y_i, b_i^y)$ – функция затрат i-го участника.

С учетом введенных обозначений запишем задачу выбора заказчиком оптимальных плановых заданий в виде:

$$\Phi(x, b^x) = \Pi_0 x_0 - c_0(x, b^x) - \sum_{i=1}^n \Pi_i x_i \rightarrow \max, (x, b^x) \in X, \quad (22)$$

где X – допустимое множество заданий объемов и уровня качества выпуска изделия, поставки комплектующих.

Модель (22) определяет на этапе планирования стратегию поведения заказчика, которая сводится к определению оптимальных плановых значений объемов и качества комплектующих, обеспечивающих за определенный период внедрения максимальное значение его целевой функции.

При решении задачи (22) заказчиком формируются следующие плановые результаты (рис. 18):

– плановый объем выпуска конечной продукции (новшества) x_0 ;

– плановый уровень качества конечной продукции (новшества)

b_0^x ;

– плановая потребность в каждом наименовании комплектующих

$x_i, i \in I$;

– плановый уровень качества поставки комплектующих $b_i^x, i \in I$;

– плановый объем продаж конечной продукции (новшества) $\Pi_0 x_0$;

– плановые затраты $c_0(x, b_x)$;

– плановые закупки комплектующих $\Pi_i, x_i, i \in I$;

– плановые суммарные закупки комплектующих $\sum_{i \in I} \Pi_i x_i$;

– плановая прибыль заказчика за период внедрения (функционирования системы) $\Phi(x, b^x) = \Pi_0 x_0 - c_0(x, b^x) - \sum_{i \in I} \Pi_i x_i$.

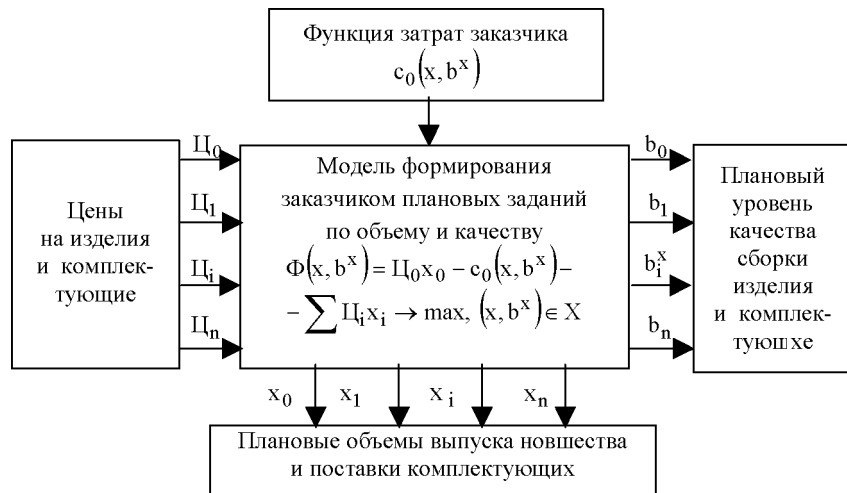


Рис. 18. Блок-схема формирования плановых заданий по объему и качеству новшества и поставки комплектующих

Рассмотрим стратегии поведения участников КОМПЛЕКСА на этапе реализации плановых заданий за заданный период времени. Задача выбора каждым участником объема и уровня качества выполнения своей задачи описывается моделью:

$$\begin{aligned} f_i(y_i, b_i^y) &= \Pi_i y_i - c_i(y_i, b_i^y) \rightarrow \max, \\ i \in I, (y_i, b_i^y) &\in Y_i, \end{aligned} \quad (23)$$

где Y_i – допустимое множество реализации планового задания i -м участником.

Участники КОМПЛЕКСА в результате решения задачи (23) формируют такое качество выполнения своих заданий, которое максимизирует их локальные целевые функции. Пусть оптимальные значения этих заданий, выбираемые i -м участником, образуют множество $Y_i(f_i)$, определяемое следующим образом:

$$Y_i(f_i) = \text{Arg max}_{(y_i, b_i^y) \in Y_i} f_i(y_i, b_i^y), \quad i \in I. \quad (24)$$

Блок-схема процесса выбора i -м участником КОМПЛЕКСА оптимальных заданий приведена на рис. 19.

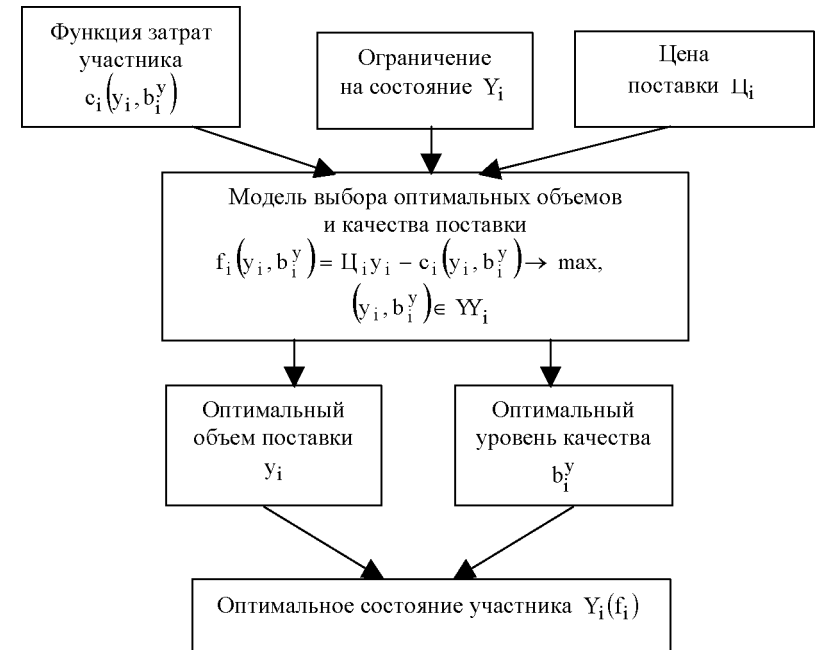


Рис. 19. Блок-схема процесса выбора i -м участником оптимальных значений собственных заданий

В этом случае математическая модель задачи выбора заказчиком оптимальных фактических значений объема и качества реализуемой конечной продукции запишется в виде:

$$\Phi(y, b^y) = \Pi_0 Y_0 - c_i(y_i, b_i^y) - \sum \Pi_i y_i \rightarrow \max, \quad (25)$$

где $(y_0, b_0^y) \in Y_0$; $(y_i, b_i^y) \in Y_i(f_i)$; $i \in I$; Y_0 – допустимое множество реализаций конечной продукции (новшества).

Из (25) следует, что заказчик, учитывая активное поведение участников КОМПЛЕКСА, описываемое (23), и основываясь на данных о фактическом выполнении участниками своих функций (заданий), удовлетворяющих (24), определяет фактический объем и качество реализуемой конечной продукции, а также формирует следующие результаты производственной деятельности на заданном промежутке времени:

Y_0^o – фактический объем выпуска новшества;

b_0^y – фактический уровень качества новшества;

y_i – фактическая потребность объемов работ каждого участника;

b_i^y – фактическое качество объема работ каждого участника;

$\Pi_0 Y_0^o$ – фактический объем продаж новшества;

$c_0(Y_0^o, b_0^y)$ – фактические затраты;

$\Pi_i y_i$ – фактические объемы затрат каждого участника;

$\sum \Pi_i y_i$ – суммарные фактические затраты на изготовление и реализацию новшества.

На основании значений вышеприведенных параметров заказчик определяет фактическую величину своего дохода в период внедрения новшества:

$$\Phi(Y_0^o, b_0^y) = \Pi_0 Y_0^o - c_0(Y_0^o, b_0^y) - \sum \Pi_i y_i. \quad (26)$$

Сравнивая фактические показатели, определенные по (25), с плановыми, полученными по (22), можно сделать вывод о степени согласованности интересов заказчика и участников КОМПЛЕКСА.

Так, если $(x_i, b_i^x) \notin Y_i(f_i)$, то плановое задание по количеству и качеству, определенное заказчиком, не согласовано с i -м участником, что приведет к снижению эффективности процесса внедрения новшества.

Для устранения противоречий в системе “заказчик – участники” определим экономический эффект, получаемый в конечном счете заказчиком от повышения качества выпуска новшества:

$$\Delta\Phi(x, b^x) = \Phi^o(y, b^y) - \Phi^o(x, b^x), \quad (27)$$

где $\Phi^o(y, b^y) = \Phi(Y^o, b_0^y)$;

$$\Phi^o(x, b^x) = \max_{(x, b^x) \in X} \Phi(x, b^x).$$

Определим потери участников при реализации ими планового задания, установленного заказчиком:

$$\Delta f_i(x_i, b_i^x) = f_i^o(y_i, b_i^y) - f_i(x_i, b_i^x), \quad (28)$$

где $i \in I$; $f_i^o(y_i, b_i^y) = \max_{y \in Y} f(y_i, b_i^y)$ – максимально возможное значение целевой функции i -го участника; $f_i(x_i, b_i^x)$ – значение целевой функции i -го участника при реализации им планового задания, определенного ему заказчиком согласно (22).

При известных величинах дополнительного эффекта $\Delta\Phi(x, b^x)$ и потерь участников $\Delta f_i(x_i, b_i^x)$, $i \in I$ условием экономически эффективной реализации плановых заданий является выполнение неравенства

$$\Delta\Phi(x, b^x) \geq \sum_{i=1}^n \Delta f_i(x_i, b_i^x). \quad (29)$$

Для организации *согласованного по качеству* процесса внедрения новшества заказчику необходимо часть дополнительного экономического эффекта (27) направлять на компенсацию потерь участников КОМПЛЕКСА. Распределяя таким образом полученный экономический эффект, заказчик может влиять на целевые функции f_i участников, взаимовыгодно обеспечивая тем самым реализацию ими своих планов.

Обозначим через $\Delta c_i(x_i, b^x)$ величину стимулирующего воздействия со стороны заказчика, получаемого i -м участником. Тогда область ΔF^s выбора заказчиком взаимосогласованных величин стимулирующих воздействий с учетом (26), (27) и (28) описывается следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \Delta F^s &= \Delta C(x, b^x) = \sum_{i \in I} \Delta c_i(x_i, b_i^x), \\ \Delta c_i(x_i, b_i^x) &\geq \Delta f_i(x_i, b_i^x), i \in I, \\ \sum_{i \in I} \Delta c_i(x_i, b_i^x) &\leq \Delta \Phi(x, b^x), i \in I. \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

Величины взаимосогласованных стимулирующих воздействий, как следует из (30), позволяют, с одной стороны, компенсировать участникам потери, связанные с повышением качества производимого новшества, а с другой – не превосходят суммарно того дополнительного эффекта, который получается от повышения качества. Это и позволяет заказчику реализовать свои планы.

В соответствии с вышеизложенным математическая модель взаимосогласованного организационно-экономического механизма стимулирования в управлении качеством продукции имеет вид:

$$\Phi(x, b^x, \Delta C) = \Pi_0 x_0 - c_0(x, b^x) - \sum_{i=1}^n \Pi_i x_i - \sum_{i=1}^n \Delta c_i(x_i, b_i^x) \rightarrow \max, \quad (31)$$

где $(x, b^x) \in X \cap X^s$; $\Delta C(x, b^x) \in \Delta F \cap \Delta F^s$; $X^s = \sum_{i=1}^n X_i^s$ – множество

взаимосогласованных плановых заданий участников; X_i^s – взаимосогласованный план i -го участника:

$$\begin{aligned} X_i^s &= \{ \Pi_i x_i - c_i(x_i, b_i^x) - \Delta c_i(x_i, b_i^x) \} / c_i(x_i, b_i^x) \\ \text{при } \Pi_i y_i - c_i(y_i, b_i^y) &\rightarrow \max. \end{aligned} \quad (32)$$

Отсюда следует, что допустимое множество выбора стимулирующих воздействий для обеспечения принятия взаимосогласованных плановых заданий для каждого участника будет определяться из соотношения

$$\left. \begin{aligned} [\Delta F^s] &= \Delta C(x, b^x) = \sum_{i=1}^n \Delta c_i(x_i, b_i^x) \\ \text{при } \sum_{i=1}^n \Delta c_i(x_i, b_i^x) &\geq 0. \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

Блок-схема формирования взаимосогласованного организационно-экономического механизма стимулирования процесса внедрения новшества при требуемом качестве приведена на рис. 20.

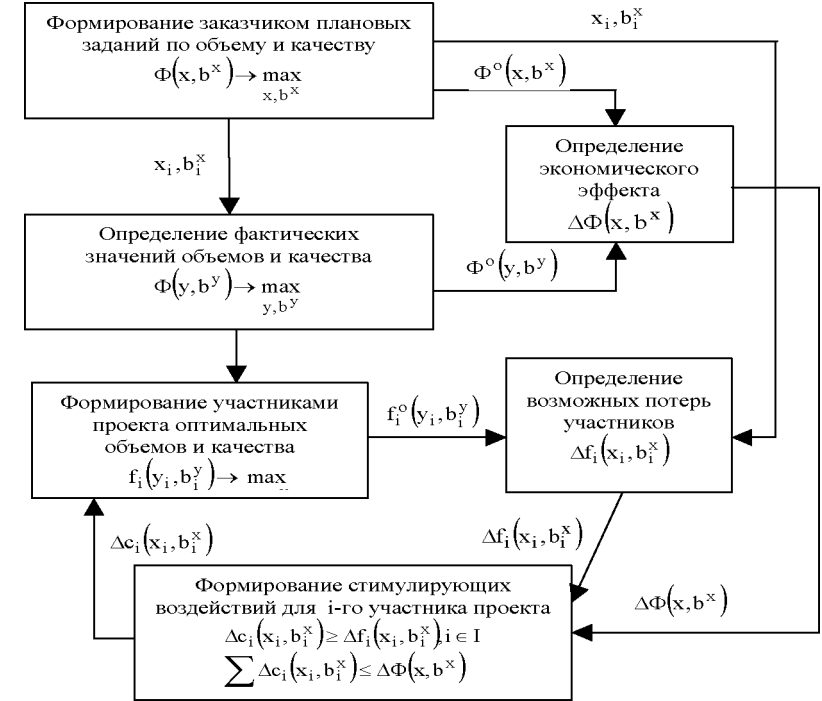


Рис. 20. Блок-схема формирования взаимосогласованного организационно-экономического механизма стимулирования процесса внедрения новшества при требуемом качестве

Таким образом, сформулированная математическая модель представляет собой решение задачи формирования взаимосогласованного оптимального организационно-экономического механизма стимулирования процесса внедрения технических новшеств вузов при требуемом качестве производства и включает в себя (обеспечивает):

– выбор заказчиком оптимальных взаимосогласованных планов для каждого участника;

- максимизацию заказчиком своей целевой функции;
- выполнение участниками установленных планов по объему и качеству за счет применения стимулирующих воздействий;
- максимизацию локальных целевых функций всех участников.

Пересечение множеств (32) и (33) представляет собой ограничения на стимулирующие воздействия со стороны заказчика.

Особенностью сформированной математической модели (31)-(33) является то, что в ограничениях модели формирования организационно-экономического механизма стимулирования процесса внедрения новшества для всех участников содержатся оптимизационные задачи, решение которых позволяет описать (формировать) стратегию поведения участников на этапе реализации планов при различных стимулирующих воздействиях.

Следует отметить, что описанная в общем виде математическая модель выбора взаимосогласованного организационно-экономического механизма стимулирования процесса внедрения вузовских технических новшеств дает возможность согласовать интересы заказчика и всех участников проекта. Это обеспечивается благодаря перераспределению дополнительного экономического эффекта, полученного заказчиком за счет гарантированного требуемого качества выполняемых работ. Модель позволяет определять для каждого участника области допустимых значений воздействий, тем самым осуществляя согласование интересов участников с интересами заказчика.

4.4. Формирование и реализация механизмов управления

4.4.1. Взаимосогласованный по объему работ механизм управления

Рассмотрим задачу выбора согласованного по объему выполняемых работ организационно-экономического механизма управления внедрением новшеств, в котором принимают участие ВУЗ как заказчик, и участники КОМПЛЕКСА, обеспечивающие выполнение взятых обязательств в соответствии с требованиями заказчика.

Предположим, что в системе имеется «n» участников, каждый из которых осуществляет одноразово свою функцию. Заказчик следит за финансированием работ, поставкой комплектующих, процессом сборки и реализацией конечного изделия. Для исследования производственных отношений между заказчиком и участниками КОМПЛЕКСА сформируем модель принятия решений по объему выполняемых работ каждым участником.

Пусть y_i – фактический объем работ i -го участника; Z_i – затраты i -го участника на выполнение своей функции в объеме y_i ; p_i – договорная цена выполнения i -й работы i -м участником.

Определим величину прибыли, характеризующую экономические интересы каждого участника при реализации своих функций:

$$f_i(y_i) = p_i y_i - Z_i(y_i), \quad i = \overline{1, n}. \quad (34)$$

Выбирая определенное значение объема работ y_i , каждый участник получает соответствующую ему величину прибыли f_i . Предположим, что Q_i – максимальная возможность реализации своей функции каждым участником. Тогда модель принятия решений по выбору объема выполняемых работ каждым участником можно представить в виде:

$$\begin{aligned} f_i(y_i) &= p_i y_i - Z_i(y_i) \rightarrow \max, \\ y_i &\leq Q_i, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (35)$$

Модель (35) описывает стратегию поведения каждого участника в процессе выполнения своих работ, которая сводится к определению объема выпуска, обеспечивающего максимальное значение его прибыли.

Оптимальное значение объема работ является решением этой модели:

$$y_i^0 = \min(y_i^*, Q_i), \quad i = \overline{1, n}, \quad (36)$$

где y_i^* – значение объема работ, подлежащего выполнению задания i -м участником, обеспечивающим максимально возможное значение его прибыли.

Значение y_i^* определяется из необходимого условия экстремума:

$$\frac{df_i(y_i)}{dy_i} = p_i - \frac{d3_i(y_i)}{dy_i} = 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (37)$$

Из (36) следует, что если y_i^* , определяемое в соответствии с (37) для i -го участника, лежит внутри допустимой области $y_i^* \leq Q_i$, то оптимальным решением y_i^0 будет $y_i^* : y_i^0 = y_i^*$ и прибыль $f_i^0(y_i^0) = f_i(y_i^*)$.

При $y_i^* > Q_i$ участник КОМПЛЕКСА выбирает граничное значение объема выполнения своего задания, т.е. $y_i^0 = Q_i$, при котором прибыль является наибольшей.

Задачу выбора объема работ, описываемую моделью (35), можно свести к эквивалентной задаче выбора конечного объема работ y_{0i} , которая имеет вид:

$$\begin{aligned} f_i(y_{0i}) &= \lambda_i p_i y_{0i} - 3_i(y_{0i}) \rightarrow \max, \\ y_i^{\min} &< y_{0i}, \quad i = \overline{1, n}, \\ y_{0i} &= \lambda_i y_i, \end{aligned} \quad (38)$$

где λ_i – количество однотиповых работ i -го участника, выполняемых им при выполнении объема работ y_i ; y_{0i} – конечный объем работ i -го участника за время внедрения новшества.

Решение модели (38) сводится к определению каждым участником оптимального конечного объема работ y_{0i} , которое обеспечивает ему максимальное значение прибыли.

Предположим, что оптимальное значение находится внутри допустимой области. Тогда оно соответствует следующему необходимому условию оптимальности:

$$p_i \lambda_i - \frac{d3_i(y_{0i})}{dy_{0i}} = 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (39)$$

На рис. 21 представлена графическая иллюстрация решения задачи выбора оптимального конечного объема работ i -м участником по модели (38).

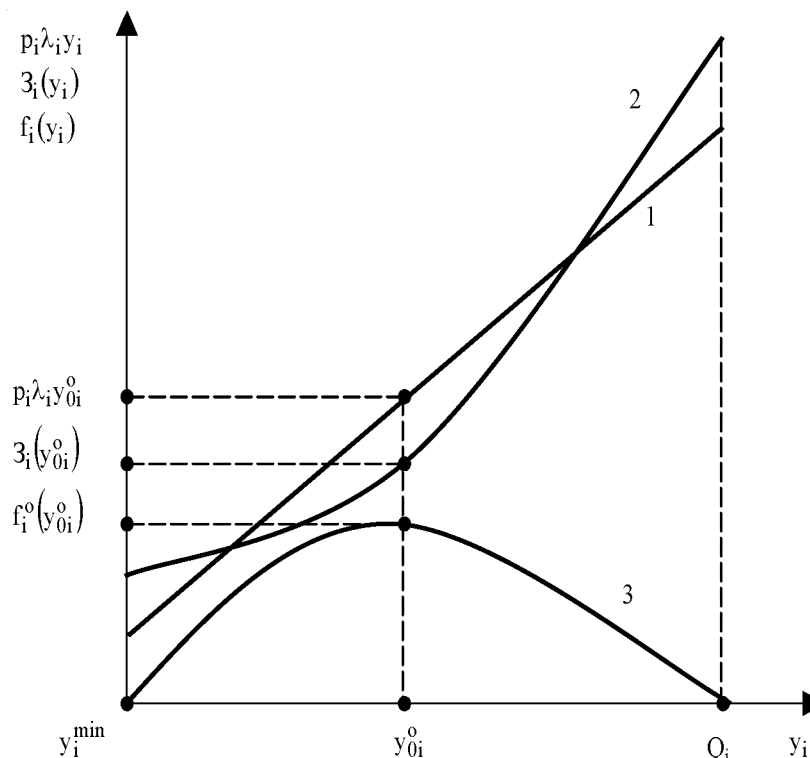


Рис. 21. Определение оптимального конечного объема работ i -м участником

Прямая 1 ($p_i \lambda_i y_{0i}$) характеризует стоимостное измерение конечного объема работ; $3_i(y_{0i})$ – собственные затраты i -го участника, представленные нелинейной функцией от конечного объема работ (кривая 2); $f_i(y_{0i})$ – целевая функция i -го участника, максимальное значение которой достигается при объеме y_{0i}^0 (кривая 3).

Рассмотрим стратегию поведения заказчика при определении планового объема выпуска конечного изделия в заданный период времени. Сформируем модель принятия решений, состоящую из подмодели целевой функции и подмодели ограничений.

Пусть целью заказчика при установлении планового задания является максимизация прибыли от реализации конечного изделия. При

этом модель принятия решений заказчиком можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \Phi(x_0) &= p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i x_i - Z_0(x_0) \rightarrow \max, \\ x_i &= \lambda_i x_0, \quad i = \overline{1, n}, \quad x_0 \leq \min(Q_0, R), \end{aligned} \quad (40)$$

где x_0 – плановый объем выпуска конечного изделия в данный промежуток времени; p_0 – цена одного конечного изделия; x_i – плановый объем работ i -го вида; $Z_0(x_0)$ – затраты заказчика при выпуске конечного изделия в объеме x_0 ; Q_0 – максимальный возможный выпуск конечного изделия в заданный период времени; R – спрос на конечное изделие в заданный период времени.

Преобразуем модель (40) путем подстановки ограничений $x_i = \lambda_i x_0, \quad i = \overline{1, n}$ в целевую функцию. Получим:

$$\begin{aligned} \Phi(x_0) &= \left(p_0 - \sum_{i=1}^n p_i \lambda_i \right) x_0 - Z_0(x_0) \rightarrow \max, \\ x_0 &\leq \min(Q_0, R). \end{aligned} \quad (41)$$

При решении модели (41) заказчик определяет оптимальный объем выпуска конечного изделия, который обеспечивает наибольшее значение прибыли участнику.

Предположим, что решение находится внутри допустимой области, и тогда оптимальный объем x_0^0 удовлетворяет следующему уравнению:

$$p_0 - \sum_{i=1}^n p_i \lambda_i - \frac{dZ_0(x_0^0)}{dx_0} = 0. \quad (42)$$

На рис. 22 приведена графическая иллюстрация решения задачи выбора заказчиком объема выпуска конечного изделия.

Прямая 1 ($p_0 x_0$) характеризует изменение в стоимостном выражении объема выпуска продукции (конечного изделия). Плановые собственные затраты заказчика $Z_0 x_0$ и затраты на выполнение объе-

мов работ i -х участников $\sum p_i \lambda_i x_0$ представлены в виде результирующей кривой 2. $\Phi(x_0)$ – целевая функция заказчика (кривая 3).

x_0^0 – объем выпуска, при котором достигается максимальное значение прибыли заказчика.

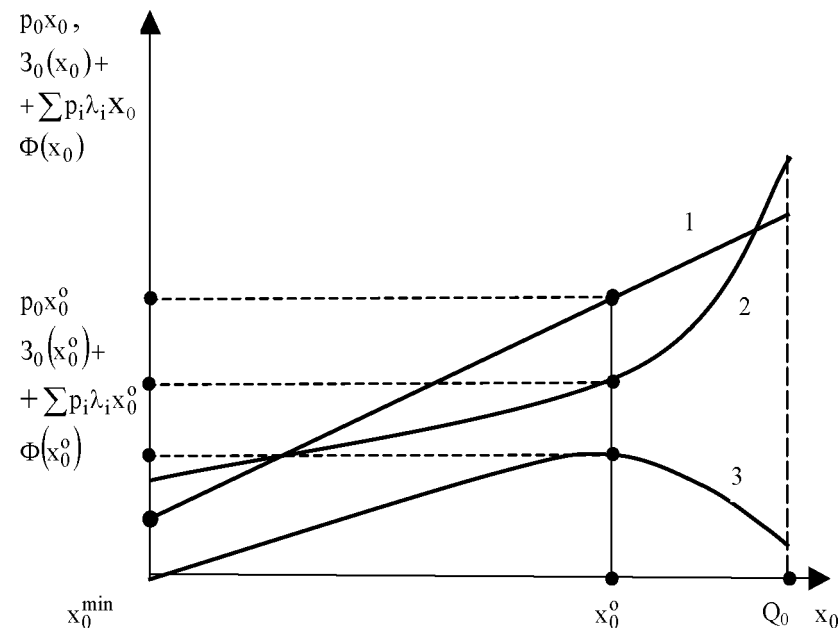


Рис. 22. Определение оптимального объема выпуска конечного изделия

После определения из (41) оптимального объема выпуска конечного изделия x_0^0 заказчик устанавливает для каждого участника КОМПЛЕКСА плановое значение объема выполненных заданий в заданный период времени:

$$x_i = \lambda_i x_0^0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (43)$$

С позиции критерия заказчика оптимальными для каждого участника являются объемы выполненных заданий x_i , которые определяются по (43).

Максимальное значение целевой функции заказчика достигается при значении x_0^o , а максимальное значение целевой функции участников КОМПЛЕКСА – при значениях, получаемых при решении модели (38).

При x_0^o и y_{0i}^o , $i = \overline{1, n}$, не равных между собой, имеет место несовпадение экономических интересов между участниками и заказчиком, что приводит к неработоспособности системы в целом.

Для того, чтобы устранить возникающее противоречие, необходимо определить эффект, который получает заказчик от согласованного между ним и участниками КОМПЛЕКСА механизма управления по объему выполненных заданий:

$$\Delta\Phi(x_0) = \Phi(x_0^o) - \Phi(y_0^o) \quad (44)$$

Здесь $\Phi(x_0^o)$ – значение целевой функции заказчика при оптимальном для него значении объема выпуска конечного изделия x_0^o , определяемого из решения модели (41); $\Phi(y_0^o)$ – значение целевой функции заказчика при объеме выпуска конечного изделия y_0^o , определяемого как

$$y_0^o = \min(y_{0i}^o, i = \overline{1, n}) \quad (45)$$

и являющегося гарантированной оценкой объема выпускаемого заказчиком конечного изделия, которая определяется как минимальное из всех значений, получаемых в результате решения участниками своих задач, описываемых (38).

Заказчик может получить эффект от согласованной работы $\Delta\Phi(x_0)$, если все участники выполняют установленное им задание, определенное согласно (43).

При этом выполнение этих заданий самим участникам КОМПЛЕКСА может быть экономически менее выгодно, но при этом будет выгодным заказчику.

Определим потери участников при выполнении ими заданий, установленных заказчиком по (43):

$$\Delta f_i(x_0) = f_i(y_{0i}^o) - f_i(x_0^o), i = \overline{1, n}, \quad (46)$$

где $f_i(y_{0i}^o)$ – величина прибыли, которую получает i -й участник при выполнении им задания y_{0i}^o , определяемого в результате решения (38); $f_i(x_0^o)$ – величина прибыли i -го участника, получаемая при выполнении задания, установленного ему заказчиком.

На рис. 23 изображены графики изменения целевых функций заказчика $\Phi(x_0)$ (кривая 1) и i -го участника $f_i(y_{0i})$ (кривая 2), максимальные значения которых достигаются при различных значениях объема конечного изделия, т.е. при $x_0^o \neq y_{0i}^o$.

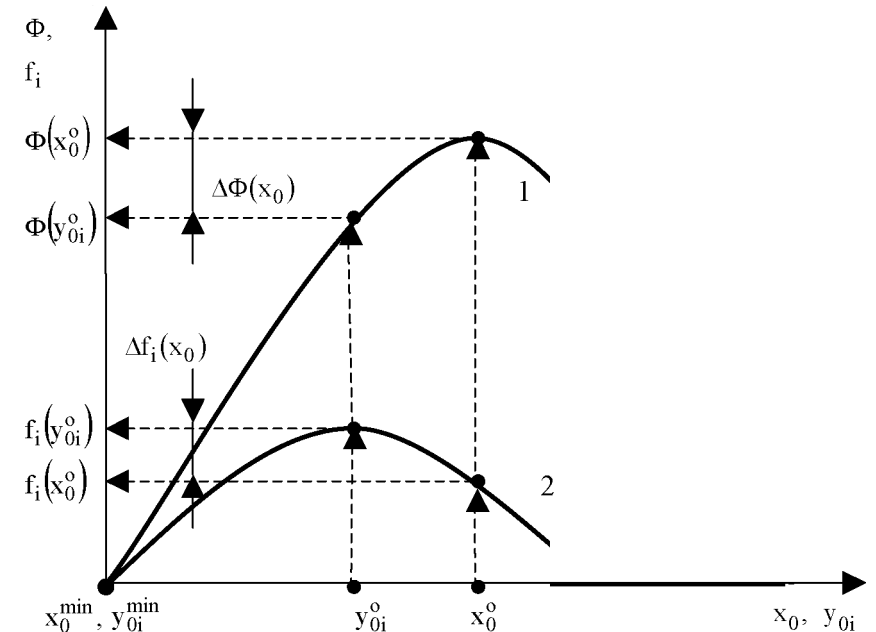


Рис. 23. Определение эффекта $\Delta\Phi(x_0)$ заказчика и убытков $\Delta f_i(x_0)$ i -го участника

Для того, чтобы достичь взаимодействия по объемам выполняемых заданий, необходимо часть эффекта заказчика $\Delta\Phi(x_0)$ исполь-

зывать на компенсацию убытков участников $\Delta f_i(x_0)$, $i = \overline{1, n}$. При этом необходимо, чтобы эффект, получаемый заказчиком, превышал суммарные потери участников:

$$\Delta \Phi(x_0) > \sum_{i=1}^n \Delta f_i(x_0). \quad (47)$$

Заказчик обеспечивает эффективность функционирования системы, распределяя полученный эффект пропорционально, например, потерям участников и обеспечивая выполнение ими установленного задания, выгодного для всей системы, которую олицетворяет заказчик.

Рассмотрим следующий пример. Предположим, что имеются заказчик и два участника КОМПЛЕКСА, затраты которых представлены нелинейными (для простоты квадратичными) функциями от объемов выполненных ими заданий:

$z_0(x_0) = b_0 + b_{01}x_0 + b_{02}x_0^2$ – функция затрат заказчика;

$z_1(y_{01}) = b_1 + b_{11}y_{01} + b_{12}y_{01}^2$ – функция затрат первого участника;

$z_2(y_{02}) = b_2 + b_{21}y_{02} + b_{22}y_{02}^2$ – функция затрат второго участника.

Пусть $b_0 = 35 \cdot 10^3$, $b_{01} = 12 \cdot 10^3$ и $b_{02} = 1 \cdot 10^3$; $b_1 = 4 \cdot 10^3$, $b_{11} = 1,5 \cdot 10^3$ и $b_{12} = 0,25 \cdot 10^3$; $b_2 = 10 \cdot 10^3$, $b_{21} = 4 \cdot 10^3$ и $b_{22} = 0,5 \cdot 10^3$.

Условная цена на продукцию p_0 и выполненную работу участников p_1 и p_2 равна: $p_0 = 40 \cdot 10^3$ руб./шт., $p_1 = 2 \cdot 10^3$ руб./шт., $p_2 = 10 \cdot 10^3$ руб./шт.

Применяемость каждой из выполненных работ для конечного продукта составляет:

$$\lambda_1 = 2, \lambda_2 = 1.$$

Определим условия взаимосогласованного по выполнению задания взаимодействия между заказчиком и участниками в заданном периоде времени. Используя уравнения для функции затрат, опреде-

лим из (42) оптимальное значение планового объема выпуска конечного изделия:

$$x_0^0 = \left(\frac{1}{2b_{02}} \right) (p_0 - p_1\lambda_1 - p_2\lambda_2 - b_{01}) = \left(\frac{1}{2 \cdot 1 \cdot 10^3} \right) \times \\ \times (40 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3 \cdot 2 - 10 \cdot 10^3 \cdot 1 - 12 \cdot 10^3) = 7.$$

Полученному плановому объему выпуска конечного изделия, равному 7, из (41) следует значение прибыли заказчика $\Phi(x_0^0)$:

$$(x_0^0) = \Phi(7) = \left(p_0 - \sum_{i=1}^2 p_i \lambda_i \right) x_0 - b_0 - b_{01}x_0^0 - b_{02}(x_0^0)^2 = \\ = (40 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3 \cdot 2 - 10 \cdot 10^3 \cdot 1) \cdot 7 - 35 \cdot 10^3 - 12 \cdot 10^3 \times \\ \times 7 - 1 \cdot 10^3 \cdot 49 = 14 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

Определим из (39) оптимальные объемы выполненных заданий для каждого участника:

$$y_{01}^0 = \left(\frac{1}{2b_{12}} \right) (p_1\lambda_1 - b_{11}) = \left(\frac{1}{2} \cdot 0,25 \cdot 10^3 \right) (2 \cdot 10^3 \cdot 2 - 1,5 \cdot 10^3) = 5$$

– оптимальный объем выполненных работ для первого участника;

$$y_{02}^0 = \left(\frac{1}{2b_{22}} \right) (p_2\lambda_2 - b_{21}) = \left(\frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 10^3 \right) (10 \cdot 10^3 \cdot 1 - 4 \cdot 10^3) = 6$$

– оптимальный объем выполненных работ для второго участника.

Исходя из полученных результатов, гарантированный объем выпуска конечного изделия в соответствии с (45) равен:

$$y_0^0 = \min(5, 6) = 5.$$

Определим, используя (41), величину прибыли заказчика, соответствующую этому гарантированному значению:

$$\Phi(5) = (40 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3 \cdot 2 - 10 \cdot 10^3 \cdot 1) \cdot 5 - 35 \cdot 10^3 - 12 \cdot 10^3 \times \\ \times 5 - 1 \cdot 10^3 \cdot 25 = 10 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

Эффект, получаемый системой от использования согласованного механизма управления составит:

$$\Phi(7) = \Phi(7) - \Phi(5) = 14 \cdot 10^3 - 10 \cdot 10^3 = 4 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

Определим потери участников, выполняющих задание заказчика. Для этого определим величину прибыли первого участника при объеме выпуска конечного изделия $x_0^0 = 7$ и при оптимальном объеме выполнения своей функции $y_{01}^0 = 5$.

$$f_1(5) = 2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 5 - 4 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^3 \cdot 5 - 0,25 \cdot 10^3 \cdot 25 = 2,25 \cdot 10^3 \text{ руб.},$$

$$f_1(7) = 2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 7 - 4 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^3 \cdot 7 - 0,25 \cdot 10^3 \cdot 49 = 1,25 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

Следовательно, потери первого участника составят:

$$\Delta f_1(7) = f_1(5) - f_1(7) = 2,25 \cdot 10^3 - 1,25 \cdot 10^3 = 1000 \text{ руб.}$$

Произведем аналогичный расчет для второго участника:

$$f_2(6) = 10 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 6 - 10 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^3 \cdot 6 - 0,5 \cdot 10^3 \cdot 36 = 8 \cdot 10^3 \text{ руб.},$$

$$f_2(7) = 10 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 7 - 10 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^3 \cdot 7 - 0,5 \cdot 10^3 \cdot 49 = 7,5 \cdot 10^3 \text{ руб.},$$

$$\Delta f_2(7) = f_2(6) - f_2(7) = 500 \text{ руб.}$$

Суммарная величина потерь двух участников равна:

$$\Delta f(7) = \Delta f_1(7) + \Delta f_2(7) = 1500 \text{ руб.}$$

Из данного примера следует, что заказчик при организации взаимосогласованного механизма управления внедрением новшеств в производство часть своего эффекта в размере 1500 руб. может направить на возмещение потерь участников. Тогда у него останется 2500 руб.

Данный пример показывает работоспособность предложенного подхода организации взаимосогласованного механизма управления в активной системе, который основывается на перераспределении получаемого общего эффекта.

4.4.2. Взаимосвязанный по объему и уровню качества работ механизм управления

Рассмотрим систему, состоящую из заказчика и одного участника, и на ее основе проведем анализ взаимодействия между ними для оценки эффективности использования экономических методов в управлении качеством продукции.

Заказчик потребляет работы участника по цене, установленной в договоре, и производит выпуск готовой продукции по цене рынка.

Задачей заказчика является определение оптимального объема и качества конечного продукта при заданной рыночной цене и оптимального объема работ участника по установленной цене.

В формализованном виде эта задача выглядит:

$$\Phi(x, \delta, y) = C_p x(\delta) - C(\delta, x) - C_d y \xrightarrow{x, \delta, y} \max, \quad (48)$$

$$x \leq f(y), \quad x = \omega(\delta), \quad x \leq \min(x_c, Q), \quad \underline{\delta} \leq \delta \leq \bar{\delta},$$

где $x(\delta)$ – выпуск заказчиком конечного продукта в заданный период времени; δ – уровень качества исполняемых участником работ; y – объем выполненных участником работ; $f(y)$ – производственная функция, определяющая выпуск заказчиком конечной продукции в соответствии с объемом работ, выполненных участником; $\omega(\delta)$ – функция, связывающая количественные и качественные параметры продукции; $C(\delta, x)$ – функция затрат заказчика; x_c – спрос на конечную продукцию; Q – максимально возможный объем выпуска конечной продукции; $\underline{\delta}$, $\bar{\delta}$ – нижняя и верхняя границы уровня качества работ участника; C_p – рыночная цена конечной продукции; C_d – договорная цена предоставленных работ участника.

В результате решения задачи (48) заказчик определяет при заданной рыночной цене конечной продукции C_p и договорной цене продукции участника C_d оптимальный объем продаж x^0 конечной продукции, формируя этим ее предложение; оптимальный объем y^0

покупаемых работ участника, формируя спрос на них, и оптимальный уровень качества поставок δ^0 .

Уровень качества изготавливаемой продукции – комплексная количественная оценка, определяемая по выбранной номенклатуре единичных или обобщенных показателей, отражающих технический уровень работы, выполняемой участником.

Уровень качества выполненных работ участника формирует уровень качества конечной продукции.

Если спрос на конечную продукцию x_c меньше максимально возможного объема и выпуска Q , то оптимальный объем определяется из уравнения:

$$x^0 = x_c = f(y^0). \quad (49)$$

Уравнение (49) показывает, что участник выполняет такой объем своего задания, который необходим для удовлетворения спроса на конечную продукцию.

Из (49) следует, что оптимальный уровень качества определяется из условия получения заказчиком максимального эффекта.

Максимальный эффект, получаемый заказчиком, определяется уравнениями связи спроса и затрат на конечную продукцию в зависимости от объема выпуска и уравнением производственной функции.

Предположим, что спрос на конечную продукцию увеличивается в зависимости от увеличения уровня качества выполненных работ участником в соответствии с зависимостью:

$$x_c = \omega(\delta) = x_0 + b(\delta - \underline{\delta}) = x_0 + b\Delta\delta, \quad (50)$$

где x_0 – спрос на конечную продукцию при нижней границе уровня качества поставок ($\delta = \underline{\delta}$), установленного в стандартах; $b > 0$ – коэффициент, характеризующий скорость прироста спроса на продукцию в связи с приростом уровня качества на малую величину; $\Delta\delta = (\delta - \underline{\delta})$ – прирост комплексного показателя качества работ участника.

Производственная функция имеет вид:

$$x = f(y) = \frac{y}{\lambda}, \quad (51)$$

где $2\sqrt{21}$ – коэффициент, характеризующий применяемость выполненной работы участника в конечном продукте.

Следующее уравнение показывает функцию затрат заказчика в зависимости от уровня качества работ участника и объема выпуска конечной продукции:

$$C(\delta, x) = \left(C_0^3 - a\Delta\delta + \frac{3_3}{x} \right) x, \quad (52)$$

где C_0^3 – величина затрат на единицу готовой продукции при нижней границе уровня качества поставок; $a > 0$ – коэффициент, характеризующий скорость уменьшения удельных затрат на конечную продукцию в связи с приростом уровня качества на малую величину; 3_3 – постоянные затраты заказчика.

С учетом (50), (51), (52) задача (48) примет вид:

$$\Phi(x, \delta) = (C_p - C_0^3 - C_d\lambda + Q\Delta\delta)x - 3_3 \xrightarrow{x, \delta} \max, \quad (53)$$

$$x = x_0 + b\Delta\delta, \quad x \leq \min(x_c, Q), \quad \Delta\delta = \delta - \underline{\delta}, \quad \underline{\delta} \leq \delta \leq \bar{\delta}.$$

Задачу (53) с двумя переменными x и δ можно свести к эквивалентной ей задаче с одной переменной δ , если выполнить условие (49):

$$\Phi(\delta) = (C_p - C_0^3 - C_d\lambda)x_0 + ((C_p - C_0^3 - C_d\lambda)b + ax_0) \times \Delta\delta + a\Delta\delta^2 - 3_3 \xrightarrow{\delta} \max, \quad (54)$$

$$\Delta\delta = \delta - \underline{\delta}, \quad \underline{\delta} \leq \delta \leq \bar{\delta}.$$

При решении (54) заказчик определяет такое значение прироста уровня качества $\Delta\delta^0$, которое обеспечивает ему максимальное значение прибыли.

Дадим интерпретацию коэффициентов в уравнении (54):

$(\Pi_p - C_0^3 - \Pi_d \lambda)x_0$ – прибыль от реализации конечной продукции с уровнем качества, который соответствует нижней границе;

$((\Pi_p - C_0^3 - \Pi_d \lambda)b + ax_0)$ – прирост прибыли при увеличении уровня качества на единицу, где $(\Pi_p - C_0^3 - \Pi_d \lambda)b$ – характеризует прирост прибыли в связи с приростом спроса на готовую продукцию, ax_0 – прирост прибыли за счет уменьшения удельных затрат.

Если спрос на продукцию с учетом прироста уровня качества работ участника обеспечивает получение прибыли, то производство рентабельно. В этом случае заказчик, стремясь к максимальной прибыли, устанавливает максимально возможное значение уровня качества работы участника. Тогда решением задачи (54) будет оптимальное значение уровня качества работ участника, равное его верхней границе:

$$\delta^0 = \bar{\delta}. \quad (55)$$

Такому уровню качества соответствует оптимальный объем продаж продуктов работы участника x^0 и оптимальный объем их покупки y^0 :

$$x^0 = x_0 + b(\bar{\delta} - \underline{\delta}), \quad y^0 = x^0 \lambda = (x^0 + b(\bar{\delta} - \underline{\delta})). \quad (56)$$

Определим эффект, который получает заказчик от повышения качества поставок:

$$\Delta\Phi(\delta) = ((\Pi_p - C_0^3 - \Pi_d \lambda)b + ax_0)(\bar{\delta} - \underline{\delta}) + ab(\bar{\delta} - \underline{\delta})^2. \quad (57)$$

Выполнение (55) возможно, если участник экономически заинтересован в увеличении качества своих работ. В связи с этим необходимо рассмотреть стратегию его поведения в процессе работы, описать взаимодействие с заказчиком и выбрать организационно-экономический механизм управления качеством, обеспечивающий реализацию участником стратегии заказчика (55).

Для того, чтобы определить условия взаимосогласованного механизма управления, необходимо представить модель задачи выбора уровня качества работ участника в виде:

$$f(y, \delta) = \Pi_d y - C^{yq}(y, \delta) \xrightarrow{y, \delta} \max, \quad (58)$$

$$y = \min(\lambda x_c, Q^{yq}), \quad \underline{\delta} \leq \delta \leq \bar{\delta},$$

где y – фактически выполненные участником работы; δ – уровень качества этих работ; x_c – спрос на конечную продукцию; Π_d – договорная цена поставок; $C^{yq}(y, \delta)$ – функция затрат участника; Q^{yq} – применяемость выполненных работ; Q^{yq} – максимально возможный объем работ; $\underline{\delta}, \bar{\delta}$ – нижняя и верхняя границы уровня качества выполняемых работ.

При $\lambda x_c < Q^{yq}$ оптимальный объем выполненных участником работ соответствует спросу на конечную продукцию

$$y^0 = \lambda x_c. \quad (59)$$

Предположим, что функция затрат описывается следующей линейной функцией от объема выпуска и уровня качества:

$$C^{yq}(y, \delta) = C_y y + C_\delta \Delta\delta + Z_\Pi, \quad (60)$$

где C_y, C_δ – удельные затраты; $\Delta\delta = \delta - \underline{\delta}$ – прирост уровня качества относительно его нижней границы; Z_Π – постоянные затраты.

Предположим, что с увеличением уровня качества работ участника спрос на конечную продукцию увеличивается:

$$x_c = x_0 + b\Delta\delta, \quad (61)$$

где $b > 0$ – коэффициент, характеризующий прирост спроса в связи с приростом уровня качества на малую величину; x_0 – спрос на конечную продукцию при нижней границе уровня качества.

Приняв во внимание (59), (60), (61), представим задачу (58) в виде:

$$f(\delta) = (\Pi_d - C_y)\lambda x_0 + ((\Pi_d - C_y)\lambda b - C_\delta)\Delta\delta - Z_\Pi \xrightarrow{\delta} \max, \quad (62)$$

$$\underline{\delta} \leq \delta \leq \bar{\delta}.$$

Определим оптимальное решение задачи (62):

$$\delta^o = \begin{cases} \underline{\delta}, & \text{если } ((\Pi_d - C_y)\lambda b - C_\delta) < 0, \\ \bar{\delta}, & \text{если } ((\Pi_d - C_y)\lambda b - C_\delta) > 0. \end{cases} \quad (63)$$

Из (63) можно сделать вывод о том, что если прирост прибыли участника от увеличения спроса на продукцию меньше затрат, связанных с повышением уровня качества продукции, то участник стремится поддерживать уровень качества своих работ на нижней границе $\underline{\delta}$, а если прирост прибыли от увеличения спроса на работу участника превышает затраты, то участник стремится поддерживать уровень качества на верхней границе $\bar{\delta}$.

Стратегия участника, определяемая из уравнения:

$$\delta^o = \bar{\delta}, \quad (64)$$

является согласованной со стратегией заказчика по уровню качества поставок выполненных работ и обеспечивает получение максимально возможного эффекта и участником и заказчиком. Механизм управления качеством работ будет называться согласованным, если участник ориентирован на достижение уровня качества выполненных им работ, установленных заказчиком.

Из этого следует, что взаимосогласованный механизм управления качеством создает у участника экономическую заинтересованность в выборе и реализации такой стратегии по повышению качества своих работ, которая была бы направлена на достижение своих целей и целей заказчика.

Пусть стратегия участника соответствует уравнению:

$$\delta^o = \underline{\delta}. \quad (65)$$

Тогда взаимодействие между участником и заказчиком будет противоречивым, т.к. участник при выполнении стратегии (64), выгодной для заказчика, будет нести потери. Они составят величину, равную:

$$\Delta f(\delta) = (C_\delta - (\Pi_d - C_y)\lambda b)(\bar{\delta} - \underline{\delta}). \quad (66)$$

Для реализации взаимосвязанного по уровню качества поставок механизма управления необходимо часть эффекта заказчика, полученного от повышения уровня качества, направить на компенсацию потерь участника.

Эффект, получаемый заказчиком от повышения уровня качества поставок, определяется согласно (57):

$$\Delta \Phi(\delta) = ((\Pi_p - C_0^3 - \Pi_d \lambda) b + a x_0)(\bar{\delta} - \underline{\delta}) + a b (\bar{\delta} - \underline{\delta})^2. \quad (67)$$

Для достижения взаимосвязанного по уровню качества взаимодействия между участником и заказчиком необходимо выполнение условия превышения эффекта заказчика над потерями участника:

$$\Delta \Phi(\delta) > \Delta f(\delta) \quad (68)$$

или, принимая во внимание (66), (67):

$$((\Pi_p - C_0^3 - C_y \lambda) b - C_\delta + a x_0)(\bar{\delta} - \underline{\delta}) + a b (\bar{\delta} - \underline{\delta})^2 > 0. \quad (69)$$

При выполнении условия (69) заказчик направляет часть своего эффекта участнику, обеспечивая реализацию им необходимого уровня качества, выгодного для системы в целом, и тем самым обеспечивает эффективность её функционирования.

4.4.3. Оценка и стимулирование участников по обеспечению объема и качества работ

Согласно ГОС интегральная оценка работы участника в области качества «В» складывается из 4 оценок:

- оценки совокупного уровня качества выполнения работы $B_{1\Sigma}$;
- оценки степени возможностей участника B_2 ;
- оценки степени возможностей участника B_3 ;
- оценки перспективности участника B_4 .

Каждая из этих оценок определяется по совокупности оценочных показателей. На рис. 24 приведена схема формирования оценок участников КОМПЛЕКСА.

Оценка уровня качества выполненных участниками работ зависит от 5 оценочных показателей: b_{11} , b_{12} , b_{13} , b_{14} , b_{15} , указанных на рис. 24.



Рис. 24. Схема формирования оценок участников КОМПЛЕКСА

Значения оценочных показателей b_{1i} подсчитываются в баллах по уравнениям связи или определяются по графикам.

На рис. 25, 26 приведены примеры аналитических и графических зависимостей уровня качества работ, выполненных участником в состоянии поставки b_{11} и при дальнейшей работе b_{12} от процента забракованных работ.



Рис. 25. Определение балльной оценки качества работ в состоянии поставки b_{11}

$$b_{12} = \begin{cases} 20,00 \cdot \sqrt{\beta}, & \text{если } \beta \leq 2 \\ 20,00, & \text{если } \beta > 2 \end{cases} - \text{аналитическая зависимость}$$

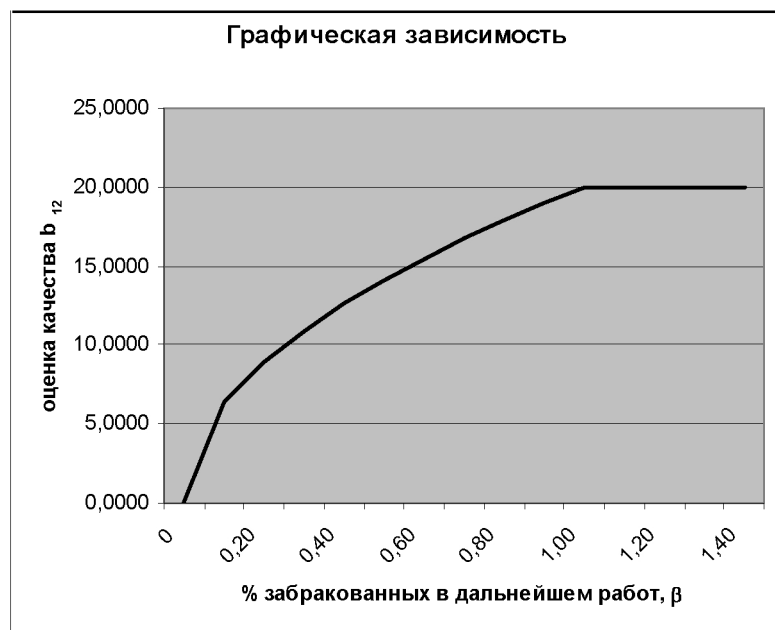


Рис. 26. Определение балльной оценки качества выполненных заданий при дальнейшей работе b_{12}

Оценка совокупного уровня качества выполненных заданий $V_{1\Sigma}$ осуществляется с учетом функциональной и стоимостной значимости и влияния выполненной участником работы на качество готовой продукции.

Существует 6 групп значимости работ участников. В одну группу включаются однородные задания, для которых можно устанавли-

вать единую норму качества работ и давать единую оценку уровня качества.

Чем выше группа значимости выполняемых работ, тем больше удельный вес ее оценки в совокупной оценке качества нескольких групп работ, выполненных одним участником.

В табл. 5 приведены значения коэффициентов значимости каждой из 6 групп выполненных работ.

Таблица 5

Коэффициенты значимости выполненных работ

Шифр группы значимости выполненных работ	1А	1Б	2А	2Б	3А	3Б
Коэффициент значимости	10	8	7	5	4	2

Произведем расчет оценки уровня качества поставок выполненных работ одной группы:

$$V_1 = 100 - \sum_{i=1}^5 b_{1i}, \quad (70)$$

где b_{1i} – баллы оценочных показателей.

Оценка совокупного уровня качества поставок нескольких групп определяется по формуле:

$$V_{1\Sigma} = \frac{\sum_j K_j \cdot V_{1j}}{\sum_j K_j}, \quad (71)$$

где b_{1j} – оценка уровня качества группы j ; K_j – коэффициент значимости группы j , определяемый по табл. 15.

Оценка уровня организации поставок V_2 зависит от 5 оценочных показателей: b_{21} , b_{22} , b_{23} , b_{24} и b_{25} , указанных на рис. 24.

Определение балльных значений оценочных показателей приведено в табл. 6.

Таблица 6

**Определение баллов оценочных показателей уровня
организации поставок**

Обозначение	Показатель	Критерии оценки	Шкалы баллов				
			0	До 5	5-10	10-20	Больше 20
b ₂₁	Выполнение объема работ	% недопоставки за месяц	0	10	20	30	40
			0	10	20	30	40
b ₂₂	Соблюдение графика работ	Экспертная оценка	Соблюдение полностью	Есть незначительное отклонение	Есть значительное отклонение		
			0	5	20		
b ₂₃	Своевременное возмещение потерь от брака в состоянии поставки и при дальнейшей работе	% возмещенного брака	Свыше 95		До 95		
			0		20		
b ₂₄	Гарантийное обслуживание	Наличие в договоре обязательства по гарантийному обслуживанию	Есть		Нет		
			0		10		
b ₂₅	Выполнение требований заказчика по сопроводительной документации	Замечания по сопровождению документации	Нет		Есть незначительные замечания	Есть значительные замечания	
			0		3	10	

Расчет оценки уровня организации работ осуществляется по формуле:

$$B_2 = 100 - \sum_{i=1}^5 b_{2i}, \quad (72)$$

где b_{2i} – баллы оценочных показателей, определенных по табл. 6.

Оценка степени возможностей участника B_3 зависит от 5 показателей: b_{31} , b_{32} , b_{33} , b_{34} и b_{35} , указанных на рис. 24.

Определение балльных значений оценочных показателей производится по табл. 7.

Таблица 7

**Определение баллов оценочных показателей уровня
организации поставок**

Обозначение	Показатель	Критерий оценок	Шкалы баллов		
b ₃₁	Полнота включения в контракт требований заказчика	Наличие установленных заказчиком требований по качеству в условиях договора	Включены полностью	Включены не полностью	
			0	25	
b ₃₂	Оперативность реакции на претензии и эффективность принимаемых мер	Экспертная оценка	Да	Нет	
			0	8	
b ₃₃	Проведение анализа и устранение причин дефектов	Повторение претензий в течение 1 года	Нет	Да	
			0	8	
b ₃₄	Дисциплина выполнения средств по гарантийному обслуживанию	Задержка возврата средств в днях	До 45	45-60	Более 60
			0	12	50
b ₃₅	Доступность информации о выходных испытаниях и принимаемых участником мерах	Экспертная оценка	Доступна	Недоступна или представлена несвоевременно	
			0	5	

Оценка степени возможностей участника рассчитывается по формуле:

$$B_3 = 100 - \sum_{i=1}^5 b_{3i}, \quad (73)$$

где b_{3i} – баллы оценочных показателей, определенных по табл. 7.

Оценка перспективности участника B_4 зависит от 5 показателей: b_{41} , b_{42} , b_{43} , b_{44} и b_{45} , указанных на рис. 24.

Оценка перспективности участника определяется по формуле:

$$B_4 = 100 - \sum_{i=1}^5 b_{4i}, \quad (74)$$

где b_{4i} – баллы оценочных показателей.

Общая оценка деятельности участника КОМПЛЕКСА по качеству определяется по формуле:

$$B = K_1 \cdot B_{1\Sigma} + K_2 \cdot B_2 + K_3 \cdot B_3 + K_4 \cdot B_4, \quad (75)$$

где $B_{1\Sigma}$, B_2 , B_3 , B_4 – частные оценки деятельности участника; K_1 , K_2 , K_3 , K_4 – коэффициенты относительной значимости частных оценок: $K_1 = 0,5$; $K_2 = 0,25$; $K_3 = 0,15$; $K_4 = 0,1$.

Если заказчик изменит требования к качеству работ и свою политику в области качества, то величины коэффициентов относительной значимости могут изменяться по мере отработки системы оценки участников и набора данных, но не чаще одного раза в год.

Все частные оценки ($B_{1\Sigma}$, B_2 , B_3 , B_4) и общая оценка (B) рассчитываются по итогам каждого месяца.

Участнику может быть присвоена одна из 4-х категорий, которая зависит от полученной интегральной оценки:

1. Отличный участник (А), в наибольшей степени удовлетворяющий требованиям заказчика по качеству работ и получивший отличную (близкую к максимальной) оценку.

2. Надежный участник (В), отвечающий требованиям заказчика по качеству работ и получивший хорошую оценку.

3. Ненадежный участник (С), не отвечающий требованиям заказчика по качеству работ и получивший посредственную оценку.

4. Неудовлетворительный участник (Д), не отвечающий требованиям заказчика по качеству работ и получивший неудовлетворительную оценку.

В табл. 8 приведены области допустимых значений интегральной оценки по категориям участников КОМПЛЕКСА.

Таблица 8

Взаимосвязь интегральной оценки и категории участника

Категория поставщика		Граничные значения интегральной оценки В
А	Отличный	$B \geq 90$
В	Надежный	$80 \leq B < 90$
С	Ненадежный	$50 \leq B < 80$
Д	Неудовлетворительный	$B < 50$

Категории присваиваются участникам по итогам работы за месяц, квартал и год.

Категория участника за квартал рассчитывается как среднеарифметическая величина общих оценок по месяцам данного квартала.

Категория участника за год определяется по среднеквартальной интегральной оценке.

По окончании квартала и года для руководителей, ответственных за обеспечение качества поставок, формируются сводные ведомости и диаграммы оценок отличных, надежных, ненадежных и неудовлетворительных участников. Также ведомости можно формировать выборочно по запросу результатов оценки любого участника за определенный период. Наблюдая за динамикой изменения оценок участника после принятия к нему мер, можно судить об их эффективности.

В табл. 9 приведены основные формы документирования оценок участников.

Категория присваивается участнику по фактическим результатам его деятельности. Участник может изменить показатели своей работы в определенный период времени, и тогда он может перейти из одной категории в другую. Также категория участника может из-

мениться в связи с изменениями требований заказчика к показателям участника по качеству.

Таблица 9

Ведомость оценки групп участников по итогам квартала

Место в группе	Участник	Интегральная оценка В	Частные оценки				Категория
			В _{1Σ}	В ₂	В ₃	В ₄	
1	А	85,5	94	90	80	55	Надежный
2	Б	80,2	77	100	80	50	
3	В	67,7	56	90	80	50	Ненадежный
4	Г	66,2	56	85	80	50	
5	Д	60,9	47	90	45	55	
6	Е	59,2	53	72	72	44	
7	Ж	57,4	41	90	45	50	
8	З	49,7	49	67	75	0	Неудовлетворительный
9	И	44,5	24	90	20	31	
10	К	44	41	67	12	29	

Существует система мер, с помощью которой реализуется политика заказчика по непрерывному улучшению показателей качества участников до уровня надежного и отличного. Эта система мер представлена в табл. 10.

Наблюдая по истечении каждого месяца динамику интегральной оценки В, выявляют участников, которые ухудшили или улучшили свои показатели. Эти сведения доводятся до руководства. Отличных и надежных участников поощряют, а на ненадежных и неудовлетворительных оказывают воздействия, вплоть до отказа от них.

Служба качества по результатам оценки за квартал вносит в соответствии с табл. 10 предложения по корректирующим и предупреждающим действиям в отношении участников.

Таблица 10

Меры воздействия на участников

Категория участника	Действия в отношении участников
А	1. Публикация рейтинга лучших участников в СМИ 2. Отмена входного контроля 3. Награждение специальными дипломами или другие формы поощрения за качество
В, С	1. Изменение степени доверия к участнику. 2. Изменение планов входного и выходного контроля
В, С, Д	1. Аудит участника
С, Д	1. Изменение объема заказа 2. Уценка выполненных работ 3. Подбор альтернативного участника 4. Предупреждение участника о возможности прекращения договора
Д	1. Отказ от участника

Контрольные вопросы

1. Опишите структурную схему научно-производственного торгово-финансового комплекса.
2. Как определяются экономические интересы каждого i-го участника КОМПЛЕКСА?
3. При каких условиях механизм стимулирования является согласованным с интересами участников внедрения?
4. В чем заключается задача выбора взаимосогласованных решений?
5. В чем состоит проблема обеспечения качества при заданном объеме производства?
6. Сформулируйте задачу выбора организационно-экономического механизма управления качеством.

7. Как определяются потери участников при реализации ими планового задания, устанавливаемого заказчиком?
8. В чем состоит оценка целесообразности массового внедрения новшества?
9. Как определяется оптимальный конечный объем работ i -м участником?
10. Изобразите графически решение задачи выбора заказчиком объема выпуска конечного изделия.
11. Что такое интегральная оценка работы участников?
12. Как определяется оценка совокупного уровня качества выполненных заданий B_{1y} ?
13. Как рассчитываются категории участников?
14. Опишите меры воздействия на участников с целью улучшения качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. TEMPUS. Joint European Project/Networking Project. Создание инфраструктуры для подготовки работников книжного дела в России. – М.: 2003.
2. Акофф Р. Планирование будущего корпорации. – М.: 1985.
3. Бир С. Мозг фирмы. – М.: Радио и связь, 1993.
4. Большие системы: моделирование организационных механизмов/ В.Н.Бурков, А.К.Данаев и др. – М.: Наука, 1989.
5. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. – М.: Наука, 1994.
6. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977.
7. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического планирования. – М.: Владимир, 1993.
8. Девятко И.Ф. Методы социологического исследования. 2-е изд. – М.: Университет, 2002.
9. Исследование операций. Методологические основы и математические методы / Под ред. Дж. Моудера и С. Элмаграби. – М: Мир, 1981.
10. Кальянов Т.К. CASE-структурный системный анализ. – М: 1996.
11. Курбатов В.И., Курбатова О.В. Социальное проектирование: Уч. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2001.
12. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. – М.: Наука, 1996.
13. Марцынкевич В.И. США: человеческий фактор и эффективность экономики. – М.: Наука, 1991.
14. Математические модели социальных систем: Учеб. пособие. – Омск: Омск. гос. ун-т, 2000.
15. Нечитайло А.А. Проблемы и методология организации внедрения в производство результатов научных исследований, выполненных в вузах. – М.: Изд-во МГУП, 1999.
16. Нечитайло А.А., Гнутова А.А., Гнутов А.В. Применение методов социологии в книжном бизнесе. – Самара.: Изд-во СГАУ, 2006.
17. Плотинский Ю.М. Визуализация информации. – М., 1994.

18. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2001.
19. Пузыня К.Ф., Казанцев А.К., Бирютин Л.С. Организация и планирование научных исследований и опытно-конструкторских разработок. – М.: Высшая школа, 1989.
20. Рассохин В.П. Механизм внедрения достижений науки. – М.: Наука, 1985.
21. Сержинский И.И. Повышение эффективности научных исследований и разработок. – Минск: Наука и техника, 1990.
22. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001.
23. Социальные системы. Формализация и компьютерное моделирование: учеб. пособие. – Омск: Омск. гос. ун-т, 2000.
24. Черчмен У., Акофф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. М., 1997.

Научное издание

**НЕЧИТАЙЛО АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ
МАТВЕЕВ СЕРГЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ
ГНУТОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА**

**ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ
ВНЕДРЕНИЯ В МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО
ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ**

Редакторская обработка Н. С. Куприянова
Корректорская обработка Т. Ю. Депова
Доверстка М. Г. Бокарева
Донабор С. А. Нечитайло

Подписано в печать 12.12.06 г. Формат 60х84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,6. Усл. кр.-отт. 7,8. Уч.-изд.л. 8,25.
Тираж 50 экз. Заказ .

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.