

РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
*Институт управления  
образованием*

РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ  
НАУК  
*Институт проблем  
управления  
им. В.А. Трапезникова*

**Д.А. Новиков**

**МОДЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ  
РЕГИОНАЛЬНЫХ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
(КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ)**

Москва - 2001

УДК 519.876.2  
ББК 32.81  
Н 73

**Новиков Д.А. Модели и механизмы управления развитием региональных образовательных систем (концептуальные положения).** М.: ИПУ РАН, 2001. – 83 с.

Настоящая работа представляет собой взгляд математика – специалиста по управлению организационными системами на проблемы управления региональными образовательными системами (РОС). В ней предлагается формальная модель РОС (вводится система показателей, описывающих РОС, устанавливаются связи между ними, формулируется задача управления и обсуждаются методы ее решения), излагаются общие принципы управления РОС и механизмы принятия управленческих решений (то есть правила и процедуры принятия решений), приводится методика оптимизации РОС и формулируются требования к программам их развития.

Работа носит концептуальный характер, который предполагает, что развитие формальных моделей образовательных систем может и должно быть продолжено совместными усилиями специалистов-теоретиков по управлению социально-экономическими системами и работников системы управления образованием, которым в первую очередь и адресована данная работа.

*Рецензент: д.т.н., проф. В.Н. Бурков*

Утверждено к печати Редакционным советом Института

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Модель региональной образовательной системы (РОС).....	5
2. Общие принципы управления РОС и роль органов управления образованием.....	19
3. Механизмы принятия управленческих решений по развитию РОС.....	34
4. Методика оптимизации РОС.....	49
5. Требования к программам развития РОС.....	51
Заключение.....	58
Приложения.....	59
Приложение 1. Общая характеристика региона и внешних условий функционирования РОС.....	60
Приложение 2. Общая информация о структуре РОС.....	60
Приложение 3. Информация для внешней модели элемента РС.....	61
Приложение 4. Информация для внутренней модели элемента РС.....	62
Приложение 5. Методика агрегирования информации в модели РОС.....	63
Приложение 6. Методика анализа и прогноза состояния элемента РС.....	69
Приложение 7. Методика локальной оптимизации функционирования элемента РС.....	72
Приложение 8. Расширенный набор показателей, описывающих РОС.....	76
Литература.....	82

## **Введение**

Эффективность системы образования в России в значительной степени обусловлена эффективностью ее составляющих - региональных образовательных систем (РОС). Необходимость развития (совершенствования, оптимизации и т.д.) последних признается всеми безоговорочно, однако относительно того что следует изменять и как изменять единое мнение отсутствует. На сегодняшний день все (политики, управленцы и работники самой системы образования) прекрасно понимают, что изменения должны быть целенаправленными и обоснованными, то есть должна существовать программа развития РОС (документ, содержащий перечисление основных принципов, этапов, мероприятий и пр. (см. ниже) по развитию РОС).

Обоснование этих программ, как правило, производится представителями самих РОС. В большинстве российских регионов программы развития РОС существуют, однако далеко не всегда их можно назвать обоснованными, так как, например, из анализа фигурирующего в них набора мероприятий не всегда ясно почему то или иное мероприятие обязательно должно быть реализовано, а другое мероприятие - нет, действительно ли реализация перечисленных мер позволит достичь декларируемую цель и т.д. Понятно, что, если возникают подобные вопросы, то тем самым под сомнение ставится эффективность предлагаемой программы. Автор надеется, что приводимый в настоящей работе анализ существующих программ развития РОС и рекомендации по их обоснованию, основывающиеся, в свою очередь, на общих принципах управления сложными системами с учетом специфики образовательных систем как объектов управления, позволят их разработчикам и исполнителям избавиться от упомянутых сомнений и облегчат им труд убеждения как вышестоящих органов, так и других работников системы образования, в обоснованности предлагаемых ими действий.

Настоящая работа содержит рекомендации по управлению развитием РОС и рассчитана на специалистов (теоретиков и практиков) по управлению образовательными системами. Изложение материала имеет следующую структуру – сначала в первом разделе кратко описывается общая идеология построения модели РОС, затем приводятся общие принципы управления РОС (раздел 2) и механизмы принятия управленческих решений по ее развитию (раздел 3), далее обсуждаются методика оптимизации РОС (раздел 4) и требования к программам развития РОС (раздел 5). В приложениях приводятся конкретные методики, включающие примеры наборов параметров, описывающих РОС, и алгоритмы их обработки.

Приводимые ниже принципы и технологии управления развитием РОС<sup>1</sup> являются типовыми рекомендациями для регионов. Наполнение предлагаемой общей модели информацией и ее дальнейшее развитие и совершенствование должны производиться с учетом специфики конкретных региональных систем.

## **1. Модель региональной образовательной системы**

Под *региональной образовательной системой* (РОС) будем понимать совокупность образовательных учреждений (ОУ) региона (под регионом здесь и далее понимается субъект Федерации), совместно реализующих преемственные образовательные программы<sup>2</sup> и государственные образовательные стандарты различного уровня и направленности, а также органов управления образованием [7]. **Целью** функционирования РОС является удовлетворение *спроса на образовательные услуги*<sup>3</sup> со стороны населения региона и *спроса на выпускников* - выпускников элементов РОС - со стороны экономики региона<sup>4</sup>. Наличие цели является отличительной характеристикой РОС от *региональной сети* (РС) образовательных учреждений - совокупности региональных образовательных учреждений и органов управления образованием, рассматриваемых как организационные, экономические, социальные и др. объекты. Другими словами, РС характеризует состав и структуру (но не функции!) РОС.

Изменение РОС, направленное на достижение более полного ее соответствия целям функционирования называется *оптимизацией*. Оптимизация РОС может проводиться на двух уровнях: качественном и количест-

---

<sup>1</sup> Следует подчеркнуть "технократическую" направленность настоящей работы, в которой производится попытка систематического и конструктивного изложения основных принципов и механизмов управления развитием РОС.

<sup>2</sup> Напомним, что различают основные и дополнительные общеобразовательные программы (программы: дошкольного образования, начального общего образования, основного общего образования, среднего (полного) общего образования) и профессиональные программы (программы: начального профессионального образования, среднего профессионального образования, высшего профессионального образования, послевузовского профессионального образования) [7].

<sup>3</sup> Так как ОУ осуществляет обучающую, воспитательную и другие функции, под образовательными услугами будем обобщенно понимать их совокупность.

<sup>4</sup> Образовательные учреждения также являются элементами экономики региона, поэтому часть спроса на выпускников составляет спрос со стороны образовательных учреждений, реализующих образовательные программы более высокого уровня.

венном с учетом специфики конкретного региона, а также опыта, накопленного другими регионами<sup>1</sup>. Для качественного подхода достаточно сформулировать общие принципы и перечислить механизмы принятия управленческих решений (см. разделы 2 и 3). Для перехода к количественному уровню, обеспечивающему адекватную современным требованиям эффективность функционирования РОС, помимо этого, необходимо построить количественную модель РОС и предложить методы ее анализа. Поэтому рассмотрим модель РОС.

Как отмечалось выше, описание РОС заключается в описании РС (перечислении элементов РОС и организационно-экономических связей между ними - *структурное описание*) и описании функций, выполняемых совокупностью элементов РС по реализации общих целей функционирования РОС (*функциональное описание*).

Структурное описание РОС. Рассмотрим возможные подходы к описанию РС. Элементами РС являются *территориальные сети* (ТС) – совокупности *образовательных учреждений*<sup>2</sup> (ОУ), обслуживающие в условиях низкой миграции населения некоторую территорию (административно-территориальное образование), обособленную с точки зрения спроса<sup>3</sup> и предложения на образовательные услуги и выпускников соответствующих ОУ.

Элементами РС и ТС могут также являться отдельные ОУ и другие объекты, обслуживающие в том числе маркетинговые, информационные, учебно-производственные и др. потребности ОУ данной ТС (см. рисунок 1).

---

<sup>1</sup> В частности, опыт реформирования конкретных РОС описан в [10, 31-34, 41], полезные теоретические рекомендации можно найти в [2, 8, 9, 10-13, 17, 18, 23, 30, 36-38].

<sup>2</sup> Напомним, что к образовательным учреждениям относятся учреждения следующих типов: дошкольные, общеобразовательные, учреждения начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального и послевузовского профессионального образования, учреждения дополнительного образования взрослых, специальные (коррекционные), учреждения дополнительного образования, учреждения для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, учреждения дополнительного образования детей, а также другие учреждения, осуществляющие образовательный процесс.

<sup>3</sup> Одним из важнейших факторов, определяющих спрос на образовательные услуги, является транспортная **доступность** ОУ для его потенциальных и фактических учащихся.

Следует отдельно отметить, что органы управления образованием (ОУО) (региональные, муниципальные и др., а также органы управления собственно образовательных учреждений) не включаются в элементы РС, так как они не выполняют образовательной функции и могут рассматриваться как "вспомогательные" и "обеспечивающие" (см. второй раздел, а также обсуждение роли управляющих органов в [22]).

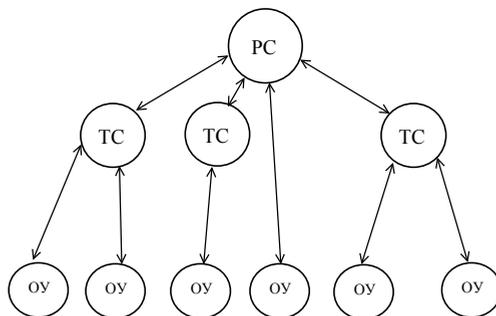


Рис. 1. Пример структуры РС

Итак, в рамках предлагаемой модели РОС **основным звеном РС являются ТС.**

Необходимость выделения в качестве основного звена РС именно ТС обусловлена следующими факторами. С одной стороны, проведение маркетинговых и других исследований, необходимых для выживания образовательного учреждения в условиях рыночной экономики, зачастую бывает не под силу отдельному ОУ. Кроме того, во многих случаях, как с экономической точки зрения, так и с точки зрения качества образования, целесообразно частичное объединение материально-технического, информационного и других видов обеспечения успешного функционирования ОУ. Объектами такого объединения могут служить, например, ресурсные центры (РЦ). Таким образом, представляется, что именно трехуровневая модель РОС (РС – ТС – ОУ) является рациональной с точки зрения уровня централизации управления, обеспечивающего эффективное ее функционирование с учетом экономических, организационных и информационных факторов, а также, естественно, факторов качества образования и удовлетворения спроса на образовательные услуги и выпускников в регионе.

Необходимо отметить, что классификация ОУ может и должна производиться не только по их территориальному расположению, но и по типу оказываемых образовательных услуг (а также по другим критериям -

ведомственной принадлежности, формам собственности и т.д.). Поэтому в рамках РС можно выделять следующие сети (каждая из которых также имеет трехуровневую структуру и может рассматриваться независимо только в первом приближении):

- сеть учреждений дошкольного воспитания;
- сеть учреждений общего среднего образования;
- сеть учреждений профессионального образования;
- сеть учреждений среднего специального образования;
- сеть учреждений высшего образования;
- сеть учреждений дополнительного образования;
- сеть учреждений повышения квалификации.

В настоящей работе рассматривается иерархическая модель РОС, использующая **единую технологию описания** (большинство используемых показателей аддитивно, поэтому агрегирование информации заключается в суммировании соответствующих показателей при переходе на более высокий уровень иерархии – см. Приложение 5, причем проблемы незамкнутости модели каждого уровня решаются на более высоком уровне ее иерархии) всех ее элементов различного уровня (РС в целом, ТС, ОУ), далее обобщенно обозначаемых одним термином – «*элемент РС*»<sup>1</sup>.

Таким образом, для описания РС требуется информация о существующей структуре РОС: перечисление ОУ, их территориального расположения, номенклатуры образовательных программ, объема приема и выпуска и т.д. – см. Приложение 2.

Функциональное описание РОС. Каждый элемент РС осуществляет две взаимосвязанных *функции*: внешнюю (основную – оказание образовательных услуг) и внутреннюю (обеспечивающую собственное существование и развитие). Реализация *внешней функции* – удовлетворение спроса на образовательные услуги, спроса на выпускников и выполнение социально-воспитательной функции – не должна противоречить внешним институциональным ограничениям: совокупности правовых норм (федерального, регионального и местного уровня, а также документам, принятым самим ОУ – его Уставу и др.), регламентирующих функционирование элемента РС.

---

<sup>1</sup> Подчеркнем, что в качестве элемента РС могут выступать: сама РС в целом, ТС и отдельные ОУ. Органы управления образованием при этом описываются, в силу специфики своих функций, другими показателями, отражающими эффективность функционирования управляемых ими ОУ.

В частности, важнейшим институциональным ограничением является обязанность элемента РС реализовывать право граждан на бесплатное<sup>1</sup> образование.

Помимо институциональных ограничений, существуют внутренние ограничения, то есть для реализации *внутренней функции* элемента РС необходимо следующее ресурсное обеспечение: материально-техническое, финансовое, организационное, кадровое, научно-методическое, нормативно-правовое и информационное.

Соответственно двум функциям элемента РС необходимо рассмотреть две его взаимосвязанные модели: внешнюю и внутреннюю.

Внешняя модель элемента РС представлена на рисунке 2. Элемент РС формирует предложение образовательных услуг и предложение выпускников по соответствующему набору образовательных программ, поэтому принятая структура описания позволяет сформулировать следующий общий критерий эффективности функционирования элемента РС<sup>2</sup>: согласование, удовлетворение и опережающее формирование спроса на образовательные услуги и выпускников в рамках заданных институциональных ограничений и ресурсного обеспечения.

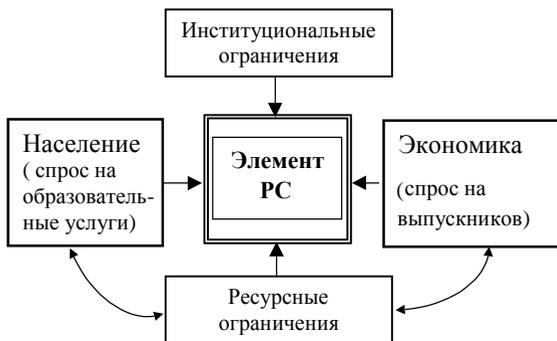


Рис. 2. Внешняя модель элемента РС

<sup>1</sup> Реализация права на бесплатное образование является минимальным требованием, более общим является требование реализации права на образование (в том числе – платное).

<sup>2</sup> С формальной точки зрения более корректно было бы назвать данный "критерий эффективности" целью, а критерием эффективности назвать меру достижения цели (см. разделы 3 и 4).

Для построения внешней модели элемента РС необходима информация о внешних условиях его функционирования (см. Приложение 1), информация о спросе на образовательные услуги и выпускников, а также информация об институциональных и ресурсных ограничениях (см. Приложение 3).

Информация о внешней модели элемента РС, совместно с информацией о его внутренней модели, используется для построения общей модели элемента РС (см. ниже), поэтому опишем внутреннюю модель элемента РС.

**Внутренняя модель элемента РС**, функционирование которого рассматривается в течение  $T$  прошлых и будущих периодов, представлена таблицей 1.

Каждая из ячеек таблицы 1, соответствующая ресурсу, содержит агрегированную (по образовательным программам<sup>1</sup>) информацию вида: «прогноз\имеется\нехватка». Кроме того, внутренняя модель элемента РС включает взаимосвязь между возможными изменениями содержания ячеек, соответствующих образовательным программам, и требуемыми для этих изменений ресурсами (см. Приложение 4), то есть взаимосвязь между показателями количества приема, обучения и выпуска по различным образовательным программам (с учетом возможности закрытия части существующих и открытия новых образовательных программ, реорганизации и создания новых элементов РС) и требующимися для этого ресурсами.

Показатель/период	0	1	2	...	T
Образовательная программа 1					
Образовательная программа 2					
Образовательная программа 3					
...					
Ресурс 1					
Ресурс 2					
...					

Таблица 1. Внутренняя модель элемента РС

---

<sup>1</sup> Термин "образовательная программа" при описании РОС используется для обобщенного обозначения различных уровней и видов образования и включает в том числе, например, такие разнородные на первый взгляд понятия как образование и воспитание в: той или иной группе детского сада, том или ином классе средней школы, той или иной группе ПТУ, ВУЗа и т.д.

Перечисленную информацию для внутренней модели элемента РС необходимо иметь для **каждого** элемента РС, то есть для всех ОУ, ТС и РС в целом (методика агрегирования информации описана в Приложении 5).

### **Общая модель элемента РС**

Общая модель элемента РС агрегирует его внешнюю и внутреннюю модели и может быть представлена таблицей типа таблицы 1, в которой, каждая ячейка, соответствующая образовательной программе, имеет вид, приведенный в таблице 2 (в скобках указаны единицы измерения). Методика оптимизации для общей модели элемента РС приведена в Приложении 7.

Прогноз спроса на образовательные услуги (человек)	Прогноз спроса на выпускников (человек)
Прогноз приема (человек)	Прогноз выпуска (человек)
Прием фактический (человек)	Выпуск фактический (человек)

*Таблица 2. Ячейка таблицы 1 в общей модели элемента РС*

Таким образом, **общая модель элементов РС состоит из совокупности информационно взаимосвязанных внешних и внутренних моделей элементов РС, а модель РОС представляет собой интегрированную совокупность общих моделей всех элементов РС.** Следовательно, возникает задача принятия решений в рамках модели элемента РС. Решение этой задачи подразумевает генерацию, оценку и выбор альтернатив (например, сокращение приема по некоторым образовательным программам, открытие новых образовательных программ и т.д. - см. Приложение 7).

**При наличии соответствующей информации (см. Приложения 3 и 4) предложенная модель РОС позволяет проводить анализ, прогноз и выработать рекомендации по оптимизации РОС.** Общие (качественные) принципы оптимизации РОС приведены в разделе 2, рекомендуемые механизмы принятия решений описаны в разделе 3. В настоящем же разделе ограничимся качественным анализом модели РОС.

### **Анализ, прогноз и оптимизация РОС**

Можно выделить следующие (последовательно включающие предыдущие) задачи управления элементами РС:

**Задача 1. Анализ** современного состояния элемента РС и **прогноз** соответствия его функционирования целям развития региона (админист-

ративно-территориального образования) – «что будет, если все оставить как есть» (см. методику анализа в Приложении 6).

**Задача 2.** Задача ситуационного управления и принятия оперативных управленческих решений по **локальной<sup>1</sup> оптимизации** в рамках выявленного в первой задаче несоответствия функционирования элемента РС целям развития региона (административно-территориального образования). Методика локальной оптимизации приведена в Приложении 7.

**Задача 3.** Задача **глобальной оптимизации** функционирования элемента РС, заключающаяся в выборе таких допустимых значений его параметров, которые максимально соответствовали бы целям развития региона (административно-территориального образования).

Решение каждой из перечисленных выше задач требует соответствующего **уровня автоматизации** обработки информации в рамках предложенной модели РС. Низший уровень автоматизации заключается в «ручном» расчете всех показателей модели. В рамках этого уровня автоматизации возможно решение задачи 1 (см. методику в Приложении 6). Средний уровень автоматизации заключается в создании автоматизированной информационной системы (АИС) РОС, представляющей собой совокупность моделей элементов РС, реализованных с использованием неспециализированных программных средств или с адаптированным использованием существующих специализированных программных средств. В рамках этого уровня автоматизации возможно решение задачи 2. Высший уровень автоматизации заключается в создании специализированных программных комплексов, использующих современные методы и алгоритмы исследования операций и позволяющих решать всю совокупность задач глобальной оптимизации функционирования элементов РС, то есть задачу 3. При этом целесообразно использовать расширенный набор показателей, описывающих элементы РС (см. Приложение 8).

В заключение настоящего раздела рассмотрим упрощение приведенной выше общей модели элемента РС, а именно так называемую "*потокovou*" модель, в рамках которой основной акцент делается на рассмотрение потоков абитуриентов, учащихся и выпускников в сети ОУ<sup>2</sup>. В соответствии с предложенным в работе [2] описанием образовательного учрежде-

---

<sup>1</sup> Термин «локальная» означает, что рассматриваются не все возможные варианты изменений элемента РС, а лишь некоторые. «Глобальная» оптимизация подразумевает выбор наилучшего варианта из всех допустимых.

<sup>2</sup> Идея описания элементов сети учреждений начального профессионального образования в терминах их пропускных способностей сообщена автору профессором А.Н. Лейбовичем.

ния, элемент РС может быть представлен следующим образом (см. рисунок 3).

На входе элемента РС имеется абитуриент (со своими потребностями в образовательных услугах, интересами и ценностными ориентациями), на выходе – выпускник, осуществляющий предложение рабочей силы, или продолжающий образование в других ОУ.



Рис. 3. "Потоковое" представление элемента РС

Следовательно, для фиксированного момента времени и фиксированного набора образовательных программ важнейшей характеристикой элемента РС является его **пропускная способность** (или **мощность**) – количество учащихся, которое обучается в данный момент<sup>1</sup> (или может обучаться в некоторый момент времени) по данной образовательной программе (то есть предложение образовательных услуг и выпускников по этой образовательной программе<sup>2</sup>).

Предположим (для простоты), что имеется всего один элемент РС, в котором производится обучение по одной образовательной программе. Обозначим через  $S$  его пропускную способность. В соответствии с внешней моделью элемента РС, описанной выше, существует спрос  $D_E$  на образовательные услуги (demand for education) и спрос  $D_L$  на выпускников (demand for leavers), то есть потоковая модель рассматриваемого элемента РС имеет вид, представленный на рисунке 4.

Пусть элемент РС реализует единственную образовательную программу (случай нескольких образовательных программ рассматривается ниже). Тогда в соответствии с введенным выше критерием эффективности

---

<sup>1</sup> Ниже рассматривается статическое описание потоковой модели, то есть фиксируется некоторый момент времени. Предлагаемый подход может быть использован (без существенных изменений и адаптации) и для динамических моделей РС.

<sup>2</sup> Отметим, что в рамках рассматриваемой потоковой модели элемента РС для простоты считается, что отсев равен нулю, то есть все абитуриенты, поступившие на обучение по некоторой образовательной программе, успешно ее осваивают (другими словами, предложение образовательных услуг количественно совпадает с предложением выпускников). Отказ от этого предположения (учет отсева и т.д.) потребует введения соответствующих коэффициентов, но не изменит качественных свойств модели (см. также обсуждение ниже).

функционирования элемента РС, его деятельность будет успешна, если имеет место баланс спроса на образовательные услуги, пропускной способности элемента РС и спроса на выпускников, то есть, если выполнено: (1)  $D_E = S = D_L$ .

Уравнение (1), будучи записанным для одного элемента РС определенного уровня, должно также учитывать (в правой своей части) балансы потоков выпускников с учетом: продолжения их обучения в ОУ более высокого уровня, рынка труда и самозанятости.

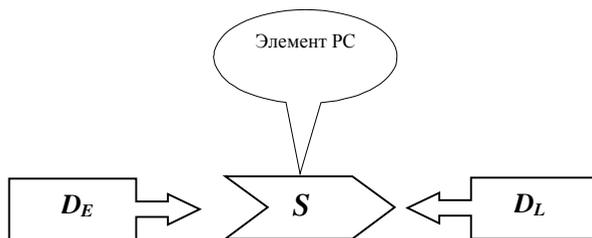


Рис. 4. "Потоковая" модель элемента РС, осуществляющего обучение по одной образовательной программе

В балансовом уравнении (1) переменные спроса являются экзогенными с точки зрения РОС (если  $D_E \neq D_L$ , то, очевидно, не существует (в рассматриваемый момент времени без учета активной опережающей позиции РОС) пропускной способности  $S$ , удовлетворяющей уравнению (1)), то есть управляемой величиной является лишь пропускная способность элемента РС. Рассмотрим от чего зависит эта величина и как она может изменяться.

Как отмечалось выше при описании внутренней модели элемента РС, для оказания образовательных услуг необходимо соответствующее ресурсное обеспечение<sup>1</sup>, которое мы обозначим  $R$ . Следовательно, пропускная способность зависит от ресурсного обеспечения<sup>2</sup>, то есть  $S = S(R)$ .

<sup>1</sup> При рассмотрении ресурсных ограничений на функционирование ОУ необходимо принимать во внимание, что финансирование ОУ разных уровней может производиться из различных источников - федерального, регионального, местного бюджетов и т.д.

<sup>2</sup> Если спрос на образовательные услуги, выпускников и пропускная способность по данной образовательной программе являются скалярными величинами (то есть одномерными, измеряемые соответствующим числом людей), то ресурсы (и как их частный случай - затраты) могут быть векторными величинами - см. номенклатуру показателей, перечисленных в Приложениях 3, 4 и 8. Детализиро-

Важной с точки зрения управления является также обратная зависимость  $R(S)$  – минимального количества ресурсов, требуемых для обеспечения заданной пропускной способности элемента РС.

Иногда целесообразно разделить финансовых и всех остальных (материальных, кадровых и др. - см. Приложения 4 и 8) ресурсов. Если  $C$  - финансовые ресурсы, то зависимость  $C(R)$  может интерпретироваться как стоимость (сумма постоянных и переменных издержек) соответствующих ресурсов. Имея зависимости  $R(S)$  и  $C(R)$  можно найти зависимость  $C(S) = C(R(S))$ , то есть взаимосвязь между пропускной способностью и требуемыми для ее обеспечения затратами. Важной с точки зрения управления является также обратная зависимость  $S(C)$  – пропускной способности элемента РС от затрат. Обозначим  $\hat{A}$  – ограничение на ресурсы ( $C \hat{I} \hat{A}$ ),  $X$  – ограничение на затраты ( $C \hat{I} X$ )<sup>1</sup>.

Ограничения на ресурсы и затраты накладывают ограничение  $W$  ( $W = S(\hat{A})$  или  $W = S(X)$ ) на пропускную способность ( $S \hat{I} W$ ).

Таким образом, ключевыми для построения потоковой модели элемента РС являются зависимости, связывающие его пропускную способность с ресурсным обеспечением<sup>2</sup>.

В рамках этого утверждения становится понятно, что при известных зависимостях, связывающих пропускную способность с ресурсным обеспечением, учет отсева и т.д. может быть произведен введением поправочных коэффициентов, однозначно связывающих прием и выпуск учащихся с пропускной способностью элемента РС.

Имея все перечисленные зависимости и ограничения, можно формулировать и решать задачу оптимизации функционирования элемента РС, описываемого потоковой моделью (см. подробное обсуждение принципов оптимизации и принятия решений в разделах 2 и 3).

Прямая задача управления (задача максимального удовлетворения спроса на образовательные услуги при заданных ресурсных ограничениях) формулируется следующим образом:

$$(2) |S - D_E| \text{ ® } \min_{R(S) \in \mathfrak{R}} .$$

*вать их, то есть рассматривать их составляющие более подробно, здесь мы не будем.*

<sup>1</sup> Очевидно, ограничения и зависимости должны быть согласованы в следующем смысле:  $\hat{A} = R(X)$ ,  $X = C(\hat{A})$  и т.д.

<sup>2</sup> Следует отметить, что эти зависимости могут в общем случае отражать возможность структурных изменений РОС (слияния ОУ, их разделения, создания новых, сокращения старых и т.д.).

Прямая задача максимального удовлетворения спроса на выпускников при заданных ресурсных ограничениях формулируется следующим образом:

$$(3) \quad |S - D_L| \text{ ® } \min_{R(S) \in \mathfrak{X}} .$$

Обратная задача<sup>1</sup> управления заключается в определении минимального количества ресурсов, необходимых для согласования пропускной способности элемента РС со спросом на образовательные услуги (или со спросом на выпускников)<sup>2</sup>:

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} R \rightarrow \min \\ R \in \mathfrak{X}, S(R) = D_E \end{array} \right. \quad \text{или} \quad \left\{ \begin{array}{l} R \rightarrow \min \\ R \in \mathfrak{X}, S(R) = D_L \end{array} \right. .$$

Таким образом, в рамках потоковой модели элемента РС задача оптимизации его функционирования сводится к решению стандартных математических задач оптимизации типа (2)-(4) (еще раз напомним, что для формулировки этих задач необходимо знание зависимостей, связывающих пропускную способность с ресурсным обеспечением).

До сих пор мы рассматривали потоковую модель элемента РС, в котором осуществляется обучение по одной образовательной программе. Обобщим ее на более общий случай, когда элемент РС (например, ТС) состоит в свою очередь из нескольких элементов (например, ОУ), в каждом из которых осуществляется обучение по нескольким образовательным программам.

Итак, пусть  $m$  - число элементов РС, входящих в рассматриваемый элемент РС,  $N$  - число видов образовательных программ в элементах РС, на которые имеется спрос (с точки зрения образовательных услуг и выпускников). Обозначим через  $S_{ij}$  пропускную способность  $i$ -го элемента по  $j$ -ой образовательной программе, через  $D_{Eij}$  - спрос на образовательные услуги по  $j$ -ой образовательной программе,  $D_{Lij}$  - спрос на выпускников по  $j$ -ой образовательной программе<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Более подробное описание прямых и обратных задач управления, а также методов их решения, приведено в разделах 2-4 и в Приложении 7.

<sup>2</sup> Если  $R$  - векторный показатель, то необходимо доопределить что понимается под его минимизацией.

<sup>3</sup> Возможна детализация спроса по элементам, составляющим рассматриваемый элемент РС, то есть введение переменных  $D_{Eij}$  и  $D_{Lij}$  - соответственно спроса на образовательные услуги и выпускников в  $i$ -ом элементе по  $j$ -ой образовательной программе. Однако, следует иметь ввиду, что показатели спроса имеют в основ-

Обозначим через  $S_j = \sum_{i=1}^m S_{ij}$  пропускную способность рассматриваемого элемента РС по  $j$ -ой образовательной программе (сумму пропускных способностей по этой образовательной программе составляющих его элементов),  $j = \overline{1, N}$ , через  $S = \sum_{j=1}^N S_j$  суммарную (по всем образовательным программам) пропускную способность элемента РС,  $D_E = \sum_{j=1}^N D_{Ej}$  - суммарный спрос на образовательные услуги.

Формализуем критерии эффективности функционирования элемента РС.

Первый "критерий" (корректно говоря – ограничение) отражает реализацию права граждан на образование и утверждает, что суммарная пропускная способность элемента РС должна быть не меньше суммарного спроса на образовательные услуги<sup>1</sup>.

$$(5) S \geq D_E.$$

Второй "критерий" отражает эффективность функционирования элемента РС с точки зрения удовлетворения спроса на выпускников. Введем показатели  $D_j = |S_j - D_{Lj}|$ ,  $j = \overline{1, N}$ , отражающие степень удовлетворения спроса на выпускников по соответствующей образовательной программе.

Введем частично монотонно возрастающую функцию  $F(D_1, D_2, \dots, D_N)$ , отражающую агрегированную степень удовлетворения спроса на выпускников<sup>2</sup>.

*ном территориально обусловленную структуру и не всегда могут быть идентифицированы для конкретного ОУ.*

<sup>1</sup> При этом подразумевается, что не обязательно в точности удовлетворять спрос на образовательные услуги по каждой из образовательных программ - элемент РС должен обладать пропускной способностью, достаточной для удовлетворения лишь суммарного спроса (то есть реализовывать право граждан на образование).

<sup>2</sup> Выбор функции  $F(\cdot)$  представляет собой отдельную задачу (в теории принятия решений [42] большое внимание уделяется формализации предпочтений лиц, принимающих решения, в случаях, когда имеется несколько критериев оценки альтернатив), которую целесообразно решать, привлекая экспертов по управлению РС и специалистов по рынку труда.

Третий "критерий" (который в зависимости от рассматриваемой задачи управления может рассматриваться и как ограничение) отражает использование ресурсов<sup>1</sup>: если  $R_i$  (соответственно,  $C_i$ ) - ресурсы (затраты)  $i$ -го элемента рассматриваемого элемента РС, и заданы ограничения  $\hat{A}_i$  ( $R_i \hat{I} \hat{A}_i$ ) ( $X_i$ , ( $C_i \hat{I} X_i$ )), то есть:

$$(6) \sum_{j=1}^N R_{ij}(S_{ij}) \hat{I} \hat{A}_i, \quad i = \overline{1, m} \quad \left( \sum_{j=1}^N C_{ij}(S_{ij}) \hat{I} X_i, \quad i = \overline{1, m} \right),$$

то прямая задача управления может формулироваться как задача определения пропускных способностей  $\{S_{ij}\}$ , которые минимизировали бы рассогласование между спросом на выпускников и их предложением в рамках существующих ограничений (включающих ресурсные ограничения (6) и ограничение удовлетворения спроса (5)):

$$(7) F(D_1, D_2, \dots, D_N) \textcircled{R} \min_{\{S_{ij}\}: (5), (6)} .$$

Обратная задача управления может заключаться в определении минимальных значений ресурсов, необходимых для полного (что возможно,

если  $D_E = \sum_{j=1}^N D_{Lj}$ , иначе – заданного частичного, например,  $F(D) \leq d$ , где

$d$  - некоторая экспертно заданная константа) удовлетворения спроса на выпускников и образовательные услуги:

$$(8) \begin{cases} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^N R_{ij}(S_{ij}) \rightarrow \min_{\{S_{ij}\}} . \\ S \geq D_E, \quad F(S) \leq d \end{cases}$$

Таким образом, при использовании потоковой модели оптимизация РС сводится к решению стандартных математических задач оптимизации типа (7) и (8).

Завершив краткое описание модели РОС, перейдем к рассмотрению общих принципов управления региональными образовательными системами.

---

<sup>1</sup> Подчеркнем, что ресурсы "привязаны" к элементам РС, а не к образовательным программам, хотя и пересчет по последним не исключается.

## **2. Общие принципы управления** **региональными образовательными системами** **и роль органов управления образованием**

Цель настоящего раздела заключается в том, чтобы изложить систему принципов управления и оптимизации РОС, носящих качественный характер, то есть совокупность положений, следование которым позволяет избежать ряда характерных управленческих ошибок на этапах прогноза, планирования и реформирования РОС.

При описании модели РОС в первом разделе мы считали, что сеть образовательных учреждений региона описывается в основном такими количественными характеристиками как пропускные способности (прием, обучение, выпуск и т.д.) элементов РС по соответствующим образовательным программам, причем подразумевалось, что обучение происходит в точном соответствии с государственными образовательными стандартами, то есть специального внимания *качеству образования* не уделялось. Решив задачу обеспечения требуемых пропускных способностей, можно решать задачу повышения качества образования [2, 40]. Для этого в первую очередь необходимо иметь систему оценки качества с тем, чтобы оценивать необходимые для его изменения ресурсы и выбирать рациональный или оптимальный вариант развития РОС. Для оснований системы оценки качества может использоваться общая типология основных идей и принципов развития системы образования и условий их реализации, предложенная в [20].

Перейдем к описанию общих принципов управления региональными образовательными системами. Напомним, что выше был сформулирован следующий **общий критерий эффективности функционирования элемента РС: согласование, удовлетворение и опережающее формирование спроса на образовательные услуги и выпускников силу в рамках заданных институциональных ограничений и ресурсного обеспечения.** Так как существуют три основных внешних функции элемента РС, причем основанием их классификации являются субъекты, заинтересованные в получении и повышении качества образования (личность, экономика, общество), то соответственно существуют три основных **критерия** по которым оценивается качество выполнения внешней функции элемента РС<sup>1</sup> и, следовательно, РОС в целом.

---

<sup>1</sup> Иногда дополнительно к трем перечисляемым критериям оценки внешних функций добавляется критерий выживания и развития самого элемента РС. Такое смешение внешних и внутренних функций с нашей точки зрения ошибочно,

Этими критериями являются:

1. *Удовлетворение спроса на образовательные услуги (удовлетворение образовательных потребностей населения);*
2. *Удовлетворение спроса на выпускников;*
3. *Выполнение социально-воспитательной функции.*

Любой элемент РС представляет собой сложную целенаправленную систему<sup>1</sup>, функционирующую в изменяющихся внешних условиях, поэтому определим корректно, что мы будем понимать под оптимизацией (функционалирования, деятельности и т.д.) элемента РС.

### **Идея оптимизации**

Основная идея оптимизации функционирования любой системы<sup>2</sup> заключается в следующем. Предположим, что заданы:

- параметры, описывающие состояние управляемой системы и внешних условий ее функционирования (окружающей среды);
- зависимость состояния системы от управляющих воздействий;
- множество допустимых управляющих воздействий;
- критерий эффективности функционирования системы (позволяющий сравнивать по эффективности любые ее состояния).

При этом критерием эффективности управления<sup>3</sup> (управляющего воздействия) является значение критерия эффективности состояния системы, в котором она оказалась под влиянием этого управления. Тогда задача оптимизации заключается в поиске допустимого управляющего воздействия, имеющего максимальную эффективность, то есть приводящего систему в наиболее эффективное состояние. Общая схема структуры системы управления элементом РС приведена на рисунке 5.

---

*так как успешная реализация внутренней функции (ресурсные ограничения – см. выше) является условием возможности выполнения внешней функции (см. Приложения 6 и 7).*

<sup>1</sup> *Свойство сложности элемента РС заключается в том, что он в свою очередь состоит из большого числа взаимосвязанных между собой элементов. Целенаправленность элемента РС означает, что составляющие его элементы обладают собственными интересами и предпочтениями и ведут себя целенаправленно, то есть выбирают действия с целью максимального удовлетворения собственных предпочтений.*

<sup>2</sup> *С современными представлениями (в том числе – с формальными моделями) по управлению сложными (в том числе – образовательными) системами можно ознакомиться в [4, 5, 13, 16, 21-23, 28, 29, 43].*

<sup>3</sup> *Под управлением понимается внешнее воздействие на управляемую систему с целью обеспечения требуемого ее поведения.*

Для РС параметры, которыми описывается она сама и внешние условия ее функционирования, приведены в Приложениях 2, 3 и 8. В Приложении 7 перечислено множество допустимых управляющих воздействий и приведен один из возможных вариантов методики определения критерия эффективности и его максимизации. Ниже в настоящем разделе излагается **общая качественная система принципов управления и оптимизации РОС<sup>1</sup>**, конкретизирующая приведенную идею оптимизации.

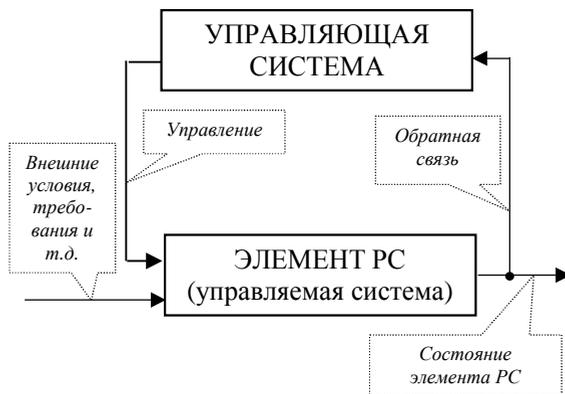


Рис. 5. Структура системы управления элементом РС

Следует подчеркнуть, что для **конкретного ОУ, рассматриваемого как управляемая система, управляющая система включает органы управления самого ОУ и все вышестоящие органы управления (органы управления образованием ТС и РС).**

Как отмечалось выше, общий критерий эффективности функционирования элемента РС есть согласование, удовлетворение и опережающее формирование спроса на образовательные услуги и выпускников в рамках заданных институциональных ограничений и ресурсного обеспечения. Детализируем этот критерий эффективности, перечислив общие принципы<sup>2</sup>, определяющие его свойства (основание классификации – зависимость

<sup>1</sup> Этой системе принципов, естественно, удовлетворяет и частная методика оптимизации, рассматриваемая в Приложении 7. С другой стороны, эта система принципов согласована с общими идеями и принципами развития системы образования, приведенными выше.

<sup>2</sup> Ряд разрозненных принципов приведен в [21], приводимая же ниже в настоящем разделе система принципов применима не только к управлению образовательными

критерия эффективности от внешних условий (принцип адекватности) и от состояний управляемой системы и их изменений (соответственно, принцип равномерности и принцип монотонности)).

Таким образом, деятельность элемента РС (в отсутствии управления) будет эффективной, если она удовлетворяет следующим **принципам**:

1. *Принцип адекватности:*

1.1. *Условие допустимости состояния управляемой системы;*

1.2. *Условие адекватности управляемой системы внешним условиям ее функционирования;*

2. *Принцип равномерности;*

3. *Принцип монотонности.*

1. Принцип адекватности гласит, что управляемая система должна быть адекватна по своей сложности, структуре, функциям и т.д. тем условиям, в которых она функционирует, и тем требованиям, которые к ней предъявляются.

Для элемента РС принцип адекватности, в частности, означает, что он должен адекватно соответствовать внешним требованиям – спросу на образовательные услуги и выпускников, то есть с опережением формировать предложение соответствующих образовательных услуг и выпускников.

В частности, можно выделить следующие *условия адекватности*.

1.1. Условие допустимости состояния управляемой системы. При планировании целенаправленного изменения состояния элемента любой системы необходимо проверять реализуемо ли это новое состояние с точки зрения внешних (физических, ресурсных, правовых и др.) и внутренних ограничений.

Например, если элементом РС планируется увеличение приема по некоторой образовательной программе, но для этого не имеется соответствующих ресурсов (например, площадей, кадров, оборудования и т.д.), то это означает, что такое изменение нереализуемо в данных условиях. Недопустимым с точки зрения правовых ограничений является, например, сокращение приема или ликвидация ОУ, приводящие к невозможности реализации права граждан на образование, и т.д.

1.2. Условие адекватности управляемой системы внешним условиям ее функционирования. Для РС это условие в первую очередь означает, что любой элемент РС должен успешно выполнять свои внешние функции, то

---

*ми, но и любыми сложными социально-экономическими системами. Приводить полную библиографию источников, содержащих обсуждение тех или иных принципов, мы не будем, отослав заинтересованного читателя к работе [21].*

есть удовлетворять спрос на образовательные услуги и выпускников с учетом специфики конкретных (экономических, политических, социальных, демографических и других) условий, сложившихся в регионе и том административно-территориальном образовании, в котором он функционирует.

Например, наблюдаемое (или прогнозируемое) увеличение спроса на образовательные услуги по некоторой образовательной программе должно приводить к тому, что соответствующие элементы РС изменяют предложение образовательных услуг по этой образовательной программе, например, увеличивают прием по этой образовательной программе.

Одним из наиболее распространенных конкретизаций условия адекватности является *условие диверсификации (многообразия)*, которое утверждает, что управляемая система должна обладать избыточностью, то есть быть в состоянии реализовывать большее число функций (внешних и внутренних), чем это минимально необходимо в существующих и прогнозируемых условиях. Для РОС это означает, что удовлетворение спроса (на образовательные услуги и выпускников) возможно при достаточном многообразии гибко выбираемых и изменяемых образовательных услуг и, соответственно, образовательных программ.

**2. Принцип равномерности** утверждает, что текущее или будущее состояние системы в целом должно оцениваться с учетом состояний *всех* составляющих ее элементов, в том числе – с учетом наихудшего из состояний элементов. Известно, что «скорость флота определяется скоростью самого тихоходного судна», поэтому **скорость изменений в любой системе ограничена и в основном определяется наиболее инерционными ее элементами.**

Применительно к РОС это означает, что сильный разброс (неравномерность) одних и тех же показателей элементов РС требует, как минимум, анализа причин, и, как максимум, принятия соответствующих мер.

Например, различия между уровнями трудоустройства выпускников двух учреждений начального профессионального образования могут быть вызваны различиями специальностей, спецификой их территориального положения и т.д. и не требовать никаких корректирующих воздействий. С другой стороны, сильное различие значений такого показателя как число обучаемых в ОУ некоторого уровня (на единицу населения) для двух различных ТС может свидетельствовать о недостаточном числе ОУ этого уровня в одной из ТС и требовать открытия новых ОУ, или создания филиалов существующих ОУ и т.д.

**3. Принцип монотонности** (аналог принципа необходимого разнообразия или принципа «не ухудшать достигнутого» [44]) заключается в том,

что управление должно быть нацелено на положительную<sup>1</sup> (с точки зрения критериев управления) динамику управляемой системы. При этом, если разделить показатели, описывающие элемент РС, на:

- имеющие нормативно положительную динамику – показатели первого типа – такие показатели, увеличение которых свидетельствует об улучшении качества функционирования элемента РС, например, качество образования, оснащенность вычислительной техникой и т.д.;

- имеющие нормативно отрицательную динамику – показатели второго типа – такие показатели, уменьшение которых свидетельствует об улучшении качества функционирования элемента РС, например, задолженность ОУ по коммунальным платежам и т.д.,

то любое наблюдаемое или прогнозируемое изменение состояния элемента РС (вызванное целенаправленными внешними воздействиями (управлением) или влиянием неуправляемых внешних обстоятельств), при котором показатели первого типа убывают, а второго типа – возрастают, должно сразу привлекать повышенное внимание со стороны управляющего органа.

Следует отметить, что требование абсолютной монотонности (эффективности изменений в смысле В. Парето [28]) может быть полностью удовлетворено чрезвычайно редко, то есть почти всегда приходится жертвовать ухудшением одних показателей, ради улучшения других. Например, слияние двух ОУ может привести к сокращению бюджетного финансирования, но при этом часть образовательных потребностей населения перестанет удовлетворяться.

Таким образом, принцип монотонности утверждает, что, во-первых, любое уменьшение показателей первого типа и увеличение показателей второго типа, наблюдаемое или прогнозируемое, требует анализа их причин и корректирующих управляющих воздействий. Во-вторых, при решении задач планирования и оптимизации целесообразно в рамках имеющихся возможностей выбирать такие комбинации значений параметров, чтобы ни один из показателей первого типа (второго типа) не мог быть увеличен (уменьшен) без уменьшения (увеличения) другого показателя первого (второго) типа.

---

<sup>1</sup> Отметим, что корректное определение критерия эффективности исключает кажущееся противоречие между принципом монотонности и известным принципом необходимости разрушения детерминизма (см. определение и ссылки в [21]), в соответствии с которым для достижения системой качественно нового состояния необходимо разрушения части старых связей между ее элементами.

### Роль органов управления образованием

Если перечисленные выше принципы относились к критерию эффективности функционирования элемента РС (в том числе – условиям допустимости его состояния и т.д.), то определим теперь необходимые свойства системы управления (см. рисунок 5), то есть опишем общие принципы управления и оптимизации РС и условия их реализации.

Свойства управляемой системы (сложность, целенаправленность, функционирование в изменяющихся условиях), совместно с исходными для постановки и решения задачи оптимизации (см. выше) данными являются теми основаниями, по которым можно выделить свойства *системы управления*. В первую очередь, управляющий орган должен иметь информацию о состоянии управляемой системы и условиях ее функционирования (*принцип обратной связи*), обладать достаточными возможностями для изменения этих состояний (*принцип адекватности*), в том числе – с учетом временных характеристик функционирования управляемой системы (*условия оперативности, адаптивности и опережающего отражения*). Кроме того, как правило, в критерий эффективности или в ограничения входит требование минимизации изменений системы и используемых для этих изменений ресурсов и т.д. (*принцип «наименьшего действия»*), что требует соответствующей структуры системы управления (*условие рациональной централизации*). Далее, с точки зрения универсальности системы управления все элементы РС одного уровня должны находиться в одинаковых условиях (иметь равные возможности), что приводит к *принципу анонимности* (демократического управления). И, наконец, так как управляемые субъекты (элементы РС) ведут себя целенаправленно (см. свойства управляемой системы выше, а также раздел 3), то при управлении необходимо учитывать их собственные цели и интересы (*принцип согласования*).

Следовательно, система управления РОС будет эффективной, если она удовлетворяет следующим общим **принципам**:

1. *Принцип обратной связи;*
2. *Принцип адекватности системы управления:*
  - 2.1. *Условие оперативности;*
  - 2.2. *Условие опережающего отражения;*
  - 2.3. *Условие адаптивности;*
3. *Принцип «наименьшего действия»:*
  - 3.1. *Условие рациональной централизации;*
4. *Принцип анонимности (демократического управления).*
5. *Принцип согласования.*

Рассмотрим перечисленные принципы и условия более подробно и обсудим качественно специфику их применения при управлении РОС.

1. Принцип обратной связи является, пожалуй, одним из наиболее известных принципов управления. В соответствии с этим принципом для эффективного управления необходима информация о состоянии управляемой системы и условиях ее функционирования, причем реализация любого управляющего воздействия и ее последствия должны контролироваться управляющим органом.

Для РОС это означает, что региональные и другие органы управления должны, во-первых, осуществлять непрерывный мониторинг состояния элементов РС и внешних условий их функционирования, и, во-вторых, контролировать реализацию управляющих воздействий и тех изменений состояний элементов РС, которые вызваны управляющими воздействиями.

2. Принцип адекватности системы управления. Система управления (ее структура, сложность, функции и т.д.) должна быть адекватна (соответственно, структуре, сложности, функциям и т.д.) управляемой системы.

Для РОС это означает, что каждый вышестоящий орган управления системой образования должен обладать возможностью, во-первых, переработать информацию о состоянии управляемой системы, и, во-вторых, выработать соответствующие управляющие воздействия (см. также принцип адекватности для управляемой системы выше). Адекватность должна иметь место и в смысле диверсификации системы управления, то есть функциональная избыточность систем управления реального времени позволяет гарантировать (в определенном диапазоне внешних возмущений) устойчивость развития.

Например, если в некоторой ТС прогнозируется рост спроса на подготовку по определенным образовательным программам, то органы управления РОС и ТС должны не только вовремя получить и обработать эту информацию (см. принцип обратной связи), но и обладать достаточными ресурсами (информационными, финансовыми и др.) для реализации решений, направленных на удовлетворение этого спроса.

Следующие условия отражают свойства системы управления, позволяющие ей эффективно функционировать именно в *изменяющейся* обстановке, то есть реагировать на текущие изменения (условие оперативности) и прогнозировать будущие изменения (условие опережающего отражения) с учетом всей предыстории деятельности (условие адаптивности).

2.1. Условие оперативности требует, чтобы при управлении в режиме реального времени информация, необходимая для принятия решений, поступала, сами управленческие решения принимались и реализовывались

оперативно в соответствии с изменениями управляемой системы и внешних условий ее функционирования. Другими словами, характерное время выработки и реализации управленческих решений не должно превышать характерное время изменений управляемой системы (то есть система управления должна быть адекватна управляемым процессам в смысле скорости их изменений).

Для РОС это означает, что, если, например, прогнозируется, что через четыре года возрастет спрос на выпускников, освоивших ту или иную образовательную программу, то к соответствующему увеличению приема нужно быть готовым (и, более того, необходимо формировать спрос на обучение по этим образовательным программам) не позднее, чем через год (с учетом того, что подготовка занимает, например, три года).

2.2. Условие опережающего отражения – сложная адаптивная система реагирует не на внешнее воздействие в целом, а по первому звену много раз повторявшегося (в прошлом) последовательного ряда внешних воздействий. Необходимым условием такого опережающего отражения является последовательность и повторяемость внешних явлений. Следовательно, при выработке управляющих воздействий недостаточно реагировать на изменения состояния управляемого объекта и условий его функционирования, а необходимо предсказывать и упреждать такие изменения (то есть одного условия оперативности недостаточно).

Более того, управляющий орган должен заранее планировать те воздействия, которые он должен оказать на управляемую систему в случае, если произойдут те или иные события.

Например, если в соответствии с прогнозом и/или планом социально-экономического развития региона оказывается, что через некоторое время изменится спрос на выпускников, освоивших ту или иную образовательную программу, то для опережающего формирования спроса на образовательные услуги по соответствующим образовательным программам может оказаться недостаточным изменение структуры приема обучаемых, а потребуются наличие готовой программы реструктуризации содержания образования по другим образовательным программам.

2.3. Условие адаптивности. Если условие опережающего отражения выражает необходимость прогнозирования состояния управляемой системы и соответствующих действий управляющего органа, то условие адаптивности утверждает, что, во-первых, при принятии управленческих решений необходимо учитывать имеющуюся информацию об истории функционирования управляемой системы, а, во-вторых, однажды принятые решения должны периодически (см. условие оперативности) пере-

смагиваться в соответствии с изменениями состояния управляемой системы и условий ее функционирования.

Для элемента РОС это означает, что, например, подготовка по некоторой образовательной программе может потребовать изменений ее содержания в связи с появлением новых перспективных технологий.

3. Принцип «наименьшего действия» (первоначально заимствован из механики) – когда в природе происходит некоторое изменение, количество действия (энергии, ресурсов и т.д.<sup>1</sup>), необходимое для этого изменения, является наименьшим возможным. Аналогом является принцип наипростейшей конструкции: следует реализовывать простейшую структуру или конструкцию системы, которая способна выполнять требуемую функцию.

Таким образом, принцип «наименьшего действия» требует, чтобы управляющее воздействие, достигающее поставленной цели, выбиралось таким образом, чтобы изменения в управляемой системе и требуемые для этих изменений ресурсы были минимальны. Для реализации принципа «наименьшего действия» необходимо выполнение следующего условия.

3.1. Условие рациональной централизации утверждает, что в любой сложной многоуровневой системе существует рациональный уровень централизации управления, ресурсов и т.д. Это утверждение, в частности приводит к тому, что:

- необходима иерархическая организация и разделение полномочий, причем полномочия (потоки информации и управляющие воздействия) лиц, принимающих решения, ограничены составом подчиненных им элементов и их функциями;

- должно выполняться условие наименьшего взаимодействия, то есть взаимодействие (информационное, управляющее и т.д.) участников системы должно быть минимально возможным, обеспечивающим достижение поставленных целей и требуемый уровень устойчивости функционирования системы;

- должна происходить локализация внешних воздействий, то есть изменение условий и/или целей функционирования части элементов системы должно минимально затрагивать другие элементы системы, и т.д.

Для конкретизации условия рациональной централизации необходимо рассмотреть факторы, влияющие на эффективность управления в многоуровневых иерархических системах.

Пусть имеется некоторая организационная система (например, РОС) с фиксированной структурой подчиненности и механизмом управления

---

<sup>1</sup> *Корректно, в механике действие определяется как интеграл по времени от функции Лагранжа.*

(совокупностью правил принятия решений – см. раздел 3). Будем называть *децентрализацией* любое изменение ее элементного состава и/или связей между ее элементами, приводящее к тому, что взаимодействие (управляющее, информационное и т.д.) каждого из элементов с другими элементами уменьшается или, по крайней мере, не возрастает. Примером децентрализации является увеличение числа как управляющих органов, так и управляемых элементов (при выполнении требования сокращения взаимодействия), введение дополнительных уровней иерархии, разбиение управляемых элементов на подсистемы и т.д.

Обратное изменение, приводящее к возрастанию или, по крайней мере, к неубыванию взаимодействия, будем называть *централизацией*. Примером централизации является сокращение числа управляющих органов (при выполнении требования неуменьшения взаимодействия), объединение подсистем, сокращение числа уровней иерархии и т.д. Отметим, что децентрализация или централизация не обязательно подразумевают изменение структуры системы - например, в рамках фиксированной структуры может быть изменен механизм управления за счет сокращения информационных потоков и т.д.

Децентрализация или централизация некоторой системы соответствует "переходу" к новой системе. Сравнивая максимально возможные (в рамках заданных ограничений) эффективности управления этими системами можно говорить о целесообразности централизации или децентрализации - если эффективность не уменьшилась, то "переход" целесообразен. Умея сравнивать результаты всех допустимых "переходов", можно выбирать наилучшую структуру и механизм управления.

Для оценки возможных изменений эффективности управления при изменениях механизма управления необходимо четко представлять себе те факторы, которые могут оказывать на нее влияние. В том числе, необходим учет следующих **факторов** [22]:

- *фактор агрегирования*, заключающийся в агрегировании (то есть «свертывании», «сжатии», «суммировании» и т.д. - см. также Приложение 5) информации об участниках системы, подсистемах и т.д. по мере увеличения уровня иерархии.

Наличие агрегирования информации является характерной особенностью иерархических систем управления - если бы каждый управляющий орган на каждом из уровней обладал одинаково полной информацией (а также одинаковыми целями и одинаковыми правами по принятию решений), то сама иерархия была бы бессмысленна. Наличие агрегирования позволяет снизить информационную нагрузку, с одной стороны - на управляющие органы (при движении информации "снизу вверх"), а с

другой стороны - на управляемые субъекты (например, за счет централизованной обработки "общей" для всех участников нижних уровней информации об окружающей среде или о результатах деятельности "соседних" подсистем - см. описание фактора неопределенности).

Так, например, руководитель крупной организации может не иметь (точнее, не может и не должен иметь) детальной информации о том, чем в каждый конкретный момент времени занят каждый из сотрудников; региональная структура управления образованием вряд ли должна интересоваться успеваемостью конкретного ученика и т.д.;

- *экономический фактор*, заключающийся в изменении финансовых, материальных, организационных и др. ресурсов системы при изменении состава участников системы, обладающих собственными интересами (управляемых элементов, промежуточных управляющих органов и т.д.). Изменение эффективности управления за счет привнесения или потребления ресурсов при изменении элементного состава организационной системы имеет место и в простейших – двухуровневых – системах. Например, добавление нового управляемого субъекта может расширить возможности системы и, наряду с этим, увеличить затраты на поддержание ее деятельности.

Так, например, введение в организации нового промежуточного уровня иерархии с одной стороны может улучшить координацию деятельности подчиненных, а с другой стороны - может потребовать дополнительных затрат на содержание нового административно-управленческого персонала. Наряду с этим, иногда введение дополнительных уровней управления может только ухудшить координацию деятельности подчиненных, например, за счет увеличения задержки принятия решений (см. условие оперативности).

Таким образом, в общем случае экономический фактор отражает баланс ресурсов (условно - доходов и затрат) в задачах формирования состава системы. Для РОС это означает, что, например, создание ресурсного центра на базе нескольких ОУ, принадлежащих одной ТС, может повысить качество и в перспективе снизить затраты на обучение, но и потребует определенных материальных и финансовых ресурсов.

В соответствии с общей идеологией оптимизации (см. выше) необходимо рассмотреть не только все возможные последствия оцениваемой альтернативы, но и проанализировать все другие, возможные в данных условиях, альтернативы и последствия их реализации. В случае с ресурсным центром для его создания нужно, как минимум, быть уверенным, что использование тех же средств на, например, модернизацию материальной базы существующих ОУ, не даст большего эффекта (см. также раздел 5);

- *фактор неопределенности*, заключающийся в зависимости информированности участников системы о существенных внутренних и внешних параметрах их функционирования от используемого механизма управления (последовательности функционирования и т.д.). Существование этого фактора обусловлено тем, что в организационных системах участники верхних уровней иерархии, в составе управленческой функции осуществляют еще и информационную функцию, регулируя информационные потоки между подчиненными, в том числе - "замыкая" через себя обмен информацией (быть может, в агрегированном виде) между отдельными управляемыми субъектами, а также между управляемыми субъектами и окружающей средой, тем самым, с одной стороны, увеличивая их информированность, а с другой - снижая перерабатываемые ими объемы информации (см. фактор агрегирования и информационный фактор).

Так, например, введение механизма (или создание специального органа) оперативного обмена информацией между подсистемами о текущих внешних условиях и результатах их собственной деятельности (внутренних условиях) может позволить им более точно прогнозировать возможности достижения целей и, соответственно, принимать решения о необходимых корректировках технологии деятельности и т.д. При описании фактора неопределенности следует иметь в виду, что даже при одинаковой информированности субъективные оценки ситуации и альтернативных решений у различных участников могут отличаться достаточно сильно. Например, для конкретного ОУ может иметь место значительная неопределенность относительно спроса на выпускников (по реализуемым в нем образовательным программам), который имеет место в соседнем регионе.

- *организационный фактор*, заключающийся в изменении отношения власти, то есть в выделении метаэлементов - таких элементов системы, которые обладают возможностью устанавливать "правила игры" для других элементов. Именно наличие метаэлемента (управляющего органа) является принципиальным отличием одноуровневой системы от многоуровневой (то есть двух-, трех- и более уровневой). Так, например, иногда именно введение над набором "равноправных" элементов управляющего органа, играющего роль "арбитра" и обладающего правом поощрять или наказывать участников системы, позволяет последним придти к взаимовыгодному компромиссу.

Для РОС это означает, что, например, для создания филиала некоторого ОУ необходима координация действий ОУ со стороны вышестоящего органа управления образованием и т.д.;

- *информационный фактор*<sup>1</sup>, заключающийся в изменении информационной нагрузки на участников системы. Именно объективно ограниченная способность элементов организационных систем по переработке информации традиционно считается условием, порождающим иерархию, то есть порождающим разделение функций (см. фактор агрегирования и фактор неопределенности). Так, например, сокращение одного промежуточного уровня управления может увеличивать количество информации о деятельности подчиненных, которое должно перерабатываться на вышестоящем уровне и т.д.

Теперь можно сформулировать **условие рациональной централизации**, в соответствии с которым рациональными являются такие структуры и механизмы управления, для которых любое допустимое изменение централизации (с учетом всех перечисленных факторов!) приводит к снижению эффективности управления.

4. Принцип анонимности (демократического управления) заключается в обеспечении равных условий и возможностей для всех участников системы без какой-либо их априорной дискриминации в получении информационных, материальных, финансовых, образовательных и других ресурсов.

В соответствии с принципом анонимности механизмы принятия управленческих решений и условия функционирования элементов системы должны быть симметричны относительно перестановок последних, то есть изменений «вывесок» (без изменений их структуры и функций), обозначающих конкретные элементы.

Для РОС это означает, что, например, при определении ОУ, которые будут в первую очередь включены в проект реорганизации, следует рассматривать всех претендентов на общих (и равных) формальных основаниях, не отдавая априори предпочтения кому-либо в силу субъективных представлений (см. механизмы принятия решений в разделе 3).

5. Принцип согласования отражает требование того, что управляющие воздействия в рамках существующих институциональных ограничений должны быть максимально согласованы с интересами и предпочтениями управляемых субъектов (см. описание механизмов согласования интересов в разделе 3).

---

<sup>1</sup> *Разделение фактора неопределенности и информационного фактора обусловлено следующей причиной: если фактор неопределенности отражает требование необходимости обладания субъектом определенной информацией для успешного осуществления своей деятельности, то информационный фактор отражает возможности субъекта по обработке этой информации.*

Например, если региональная структура управления образованием будет рекомендовать некоторому ОУ организовать реализацию некоторой новой образовательной программы, а альтернативой для ОУ будет организация (с теми же имеющимися у него ресурсами) другой образовательной программы, пользующейся повышенным спросом, то, понятно, что такая рекомендация вряд ли будет выполнена.

Рассмотрев общие принципы управления РОС, перейдем к описанию механизмов управления, реализующих эти принципы.

### **3. Механизмы принятия управленческих решений по развитию региональных образовательных систем**

Одним из основных требований, предъявляемых к системе управления РОС, является требование создания и использования эффективных *механизмов принятия управленческих решений*. Под механизмом понимается совокупность правил, процедур и методик принятия решений<sup>1</sup> [1-3]. Наличие таких механизмов, одинаково применяемых для всех элементов РС (см. условие анонимности в разделе 2), позволяет реализовывать цели развития региональной системы образования.

Перечислим основные (укрупненные) **задачи**, решаемые при оптимизации и управлении РОС (отметим, что для решения третьей задачи могут частично требоваться качественные или параметрические результаты решения четвертой, пятой и шестой задач):

1. Мониторинг и прогноз развития (см. также Приложение 6).
2. Формулировка целей развития и планирование.
3. Генерация, оценка и выбор вариантов развития (см. также Приложение 7).
4. Формирование и/или изменение состава системы.
5. Распределение ресурсов.
6. Мотивация участников системы.
7. Контроль и оперативное управление.

В таблице 3 приведены задачи и перечислены основные группы соответствующих механизмов управления (краткое описание механизмов дано ниже). Если на пересечении строки, соответствующей задаче, и столбца, соответствующего механизму, стоит знак «+», то это означает, что данный механизм может (или даже должен) использоваться при решении соответствующей задачи, если стоит знак «•» – возможно использовать, если стоит знак «-» – практически не используется.

Подробно исследованные в теории управления практически значимые детализации общих формальных задач управления социально-экономическими системами получили условное название *базовых меха-*

---

<sup>1</sup> *Одной из основных причин неудачной реализации многих прогрессивных предложений и начинаний (начиная с федеральных законов и заканчивая распоряжениями руководства конкретной организации) является отсутствие именно соответствующих механизмов управления – если в законе, распоряжении и т.д. формулируются цели и в лучшем случае говорится «что следует делать», то наличие механизма управления позволяет ответить на вопрос «как достичь цели» и дает определенную уверенность в том, что цели будут достигнуты.*

низмов управления [1, 3]. Они являются элементами «конструктора», используя которые можно синтезировать механизмы управления теми или иными классами реальных (в том числе – образовательных) систем.

<b>Задачи Механизмы</b>	<i>Ком- плекс- ного оце- нива- ния</i>	<i>Экс- пер- тизы</i>	<i>Кон- курс- ные</i>	<i>Рас- пре- деле- ния ресурса</i>	<i>Финан- сиро- вания</i>	<i>Сти- мули- рова- ния</i>	<i>Опера- тив- ного управ- ления</i>
Мониторинг и прогноз развития	+	+	-	-	-	-	-
Формулировка целей развития и планирование	+	+	-	-	.	-	-
Генерация, оценка и выбор вариантов развития	+	+	.	.	.	.	-
Формирование состава системы	.	.	+	+	.	+	-
Распределение ресурсов	.	.	+	+	+	.	.
Мотивация участников системы	-	-	.	.	+	+	.
Контроль и оперативное управление	-	-	.	+	+	+	+

*Таблица 3. Задачи и механизмы управления РОС*

Приведем краткое описание механизмов управления и их свойств (более подробное описание и ссылки на результаты теоретического исследования их формальных моделей и практического использования могут быть найдены в монографиях [1, 22-25], обзоре [3] и учебном пособии [2]).

### **3.1. Механизмы комплексного оценивания**

Для выработки эффективных управляющих воздействий, начиная с этапа целеполагания и заканчивая этапом оперативного управления, управляющему органу необходимо обладать достаточной информацией о

поведении управляемых субъектов, в частности - относительно результатов их деятельности. В сложных (многоэлементных, многоуровневых, деятельность которых описывается многими критериями) системах в силу ограниченности возможностей управляющего органа по переработке информации или в силу отсутствия детальной информации целесообразно использование *механизмов комплексного оценивания*, которые позволяют осуществлять свертку показателей, то есть агрегировать информацию о результатах деятельности отдельных элементов системы. Рассмотрим этот класс механизмов (подробность его описания в сравнении с другими механизмами обусловлена широкой распространенностью на практике).

Большие системы, включающие значительное число элементов, имеют, как правило, сложную иерархическую структуру (например, РС – ТС – ОУ - см. выше). Результат деятельности РОС в целом сложным образом зависит от действий и результатов деятельности всех ее элементов. Одна из основных задач, стоящих перед руководством, заключается в распределении материальных и финансовых средств между элементами (участниками) системы с целью обеспечения успешного ее функционирования (при этом подразумевается, что состав участников системы выбран и фиксирован, а также определены технологические и временные правила их взаимодействия). Что понимать под успешным функционированием системы, по каким критериям ее оценивать?

Для успешного функционирования системы в целом, как правило, необходимо решить ряд задач (обеспечить успешное функционирование подсистем) более низкого уровня. Решение этих задач требует решения еще более частных задач и т.д. Последовательно детализируя структуру задач системы, получим дерево, которое называют *деревом целей*. Корневой его вершиной будет агрегированный показатель качества функционирования РОС в целом, висячими вершинами - показатели деятельности отдельных ТС, ОУ и т.д. Степень достижения каждой из целей (вершины построенного дерева) будем оценивать в некоторой дискретной шкале.

Рассмотрим элементарный качественный пример, последовательная детализация которого в ходе изложения материала настоящего раздела позволит иллюстрировать предлагаемую модель. Пусть проект заключается в развитии РОС. В качестве комплексного показателя выберем «уровень развития РОС», который определяется «качеством образования» и «экономическим состоянием элементов РС». Предположим, что качество образования определяется критериями «качеством общего образования» и

«качеством профессионального образования». Соответствующее данному примеру<sup>1</sup> дерево изображено на рисунке 6.

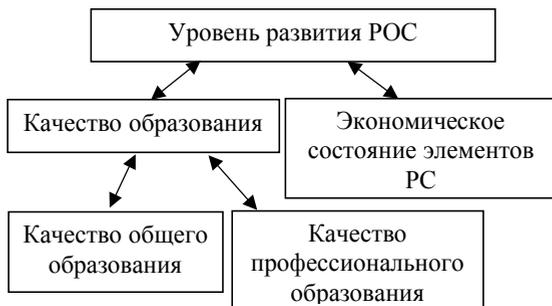


Рис. 6. Дерево целей РОС (пример)

Таким образом, мы описали функционирование РОС в виде дерева целей, степень достижения которых оценивается в некоторой шкале (см. ниже). Для определения оценки на некотором уровне необходимо знать правила ее получения из оценок более низкого уровня; оценки самого нижнего уровня определяются экспертно или в соответствии с некоторой заранее установленной процедурой «перевода» имеющейся количественной или качественной информации в дискретную шкалу. Таким образом, первая задача - определение правила агрегирования оценок.

Для достижения определенных значений оценок элементами системы ее руководство должно выделить им соответствующие финансовые и другие ресурсы. Следовательно, возникает задача - определить, как затраты на реорганизацию РОС в целом зависят от затрат элементов РОС в смысле соответствующих оценок.

**Система комплексного оценивания.** Введем для каждого из критериев (для каждой из вершин дерева целей) дискретную шкалу. Каждому из значений этой порядковой шкалы поставим в соответствие числа 1, 2, ... . Емкость шкалы ничем не ограничена и число различных оценок-градаций может выбираться, во-первых, с учетом специфики РОС и показателя, а, во-вторых, с учетом того, что с ростом емкости шкалы растет вычислительная сложность оптимизационных задач. Для выбранного нами примера возьмем традиционную школьную – так называемую

---

<sup>1</sup> Отметим, что все используемые в данном примере численные значения выбраны произвольно и сам пример носит модельный характер, не претендуя на полное описание какой либо реальной РОС.

«пятибалльную» шкалу, состоящую из четырех возможных значений оценок – плохо (2), удовлетворительно (3), хорошо (4) и отлично (5).

Теперь определим процедуру агрегирования оценок. Пусть оценка по некоторому обобщенному (агрегированному) критерию зависит от оценок по двум (агрегируемым) критериям нижнего уровня. Введем матрицу  $A = \|a(i, j)\|$ , где  $a(i, j)$  – оценка по агрегированному критерию при оценках  $i$  и  $j$  по агрегируемым критериям. Размерность матрицы и число ее попарно различных элементов определяются соответствующими шкалами. Если для рассматриваемого примера взять матрицы свертки, приведенные на рисунке 7, то, например, при получении оценки "хорошо" (4) по критерию К1 - "качество общего образования" и оценки "удовлетворительно" (3) по критерию К2 - "качество профессионального образования" мы получаем агрегированную оценку "удовлетворительно" (3) по критерию К4 - "качество образования". Если по критерию К3 - "экономическое состояние элементов РС" была достигнута оценка "отлично" (5), то итоговая оценка по критерию К - "уровень развития РОС" будет - "хорошо" (4).

	5  4 4 4 5	
Качество общего образования (К1)	4  3 3 4 5	
	3  3 3 4 4	→ Качество образования (К4)
	<u>2  2 2 3 3</u>	
	2 3 4 5	
	Качество профессионального образования (К2)	
	5  3 4 5 5	
Экономическое состояние элементов РС (К3)	4  3 4 4 4	
	3  2 3 3 4	→ Уровень развития РОС (К)
	<u>2  2 2 3 3</u>	
	2 3 4 5	
	Качество образования (К4)	

*Рис. 7. Матрицы свертки*

Возникает естественный вопрос - кто должен выбирать структуру дерева целей, шкалы оценок и формировать матрицы свертки? Предполагается, что указанные параметры выбираются лицами, принимающими решения (ЛПР – руководитель или руководители соответствующего элемента РС или органа управления образованием) и/или коллективом экспертов. С одной стороны, система матриц может быть легко модифицирована с учетом изменения приоритетов, а с другой стороны, приходит-

ся признать, что такая процедура принципиально не может быть избавлена от субъективизма.

При формировании системы матриц свертки предлагается следовать *правилу монотонности*: агрегированная оценка, получаемая при увеличении хотя бы одной агрегируемой оценки, должна быть не меньше первоначальной. То есть при движении из левого нижнего угла матрицы вправо или вверх оценки не должны убывать.

Мы описали использование двумерных матриц (бинарных сверток), то есть определяющих процедуру агрегирования оценок двух критериев в одну. Понятно, что, введя трехмерные матрицы или матрицы любой другой конечной размерности, также можно агрегировать любое конечное число оценок, и все излагаемые методы справедливы и для этих случаев. Тем не менее использование именно бинарных сверток позволяет наиболее наглядно отразить структуру предпочтений и приоритетов ЛПР. Так как между двумерным и многомерным случаем нет принципиальных различий, то для простоты целесообразно использовать именно двумерный случай.

**Анализ затрат.** Следующим этапом будет формирование *дерева оценок*. Имея дерево целей и набор логических матриц, для каждой из возможных итоговых оценок определим приводящие к ним наборы оценок для элементов нижнего уровня. Для этого, спускаясь по дереву целей сверху вниз, определяем на каждом уровне, какими комбинациями оценок нижнего уровня может быть получена данная оценка. Для рассматриваемого примера значение  $K = 5$  может быть получено следующими комбинациями оценок по критериям ( $K_1, K_2, K_3$ ): (5;5;5); (4;5;5); (5;2;5); (5;3;5); (5;4;5); (4;4;5); (3;4;5); (3;5;5). Такие же деревья строятся и для всех других значений оценок по агрегированному критерию  $K$  (итоговых оценок).

Набор оценок нижнего уровня, приводящих к достижению требуемой итоговой комплексной оценки, называют *вариантом развития* или просто вариантом.

Понятно, что, имея деревья оценок и затраты на достижение каждой из оценок нижнего уровня, можно решить задачу минимизации затрат на реализацию той или иной итоговой оценки (или изменения ее значения от имеющегося до требуемого). Для этого, начиная с самого нижнего уровня дерева оценок, считая заданными затраты на достижение этой фиксированной оценки, двигаясь вверх, определяем вариант минимальной стоимости. Затраты на получение каждой агрегированной оценки считаются как сумма затрат на достижение агрегируемых оценок. Затраты в точке ветвления (когда есть несколько альтернатив) определяются как минимум среди затрат альтернатив, дающих требуемое значение оценки. Вариант

минимальной стоимости определяется методом обратного хода (сверху вниз).

Итак, мы описали как построить систему комплексного оценивания, дерево оценок и определить затраты варианта. Теперь необходимо связать между собой эти величины и исследовать характер их взаимозависимости для того, чтобы получить возможность проводить выбор наилучшего с той или иной точки зрения варианта. Так как мы допустили, что элементы нижнего уровня оцениваемой РОС или ее части независимы, то рассмотрим одного из них.

Так как каждый вариант оценивается по критериям качества и затрат, то понятие "оптимальный вариант" неоднозначно и в рамках предложенной модели возникает целый класс оптимизационных задач. Опишем **алгоритм** поиска допустимых значений качества и затрат.

1. Для каждого возможного изменения оценки элемента нижнего уровня дерева целей определим минимальные затраты (см. выше).

2. Если фонд финансирования ограничен, то среди полученных комбинаций оставляем те, для которых выполнено бюджетное ограничение.

3. Для каждой из допустимых комбинаций финансирования определяем значения суммарных затрат на финансирование и комплексной оценки. В результате получаем множество точек в пространстве «качество  $\times$  затраты», то есть допустимую область. Каждой из таких точек соответствует допустимый вариант финансирования.

4. Внутри допустимого множества выбираем точку или множество точек, оптимальных с точки зрения, например, максимума оценки качества и т.д. (в зависимости от решаемой задачи).

В больших системах вычислительная сложность описанного алгоритма может быть достаточно велика, однако при этом мы охватываем все возможные варианты (то есть производится глобальная оптимизация). На практике целесообразно использовать модификации этого алгоритма, учитывающие специфику конкретной задачи. В качестве иллюстрации рассмотрим метод построения так называемых *напряженных вариантов*.

Напряженным назовем такой вариант развития, что недостижение оценки хотя бы по одному критерию приводит к недостижению требуемого значения комплексной оценки. Для оценки  $K = 5$  напряженным является вариант ( $K_3 = 5$ ;  $K_4 = 4$ ). Соответственно для получения значения оценки  $K_4 = 4$  напряженными являются варианты ( $K_1 = 5$ ;  $K_2 = 2$ ) и ( $K_1 = 3$ ;  $K_2 = 4$ ). Напряженные варианты обладают рядом достоинств. Во-первых, число возможных комбинаций сразу резко ограничивается (для рассматриваемого примера необходимо анализировать уже два варианта, а не восемь). Во-вторых, так как при использовании напряженных вариан-

тов в системе отсутствует "избыточность", в том смысле, что сбой в одном из элементов приводит к срыву всего их комплекса, есть веские основания считать, что напряженные варианты являются вариантами минимальной стоимости (и максимального риска – см. методы учета риска в моделях комплексного оценивания в [1]). Использование напряженных вариантов особенно удобно для решения задачи минимизации величины финансирования, необходимого для достижения требуемого значения комплексной оценки.

### 3.2. Механизмы экспертизы

Исследованию формальных моделей получения и обработки экспертной информации посвящено значительное число работ (см., например, [1, 14, 42]). Под *механизмом экспертизы* понимается следующая модель. Имеются несколько экспертов, каждый из которых имеет собственные представления об оцениваемой величине и сообщает организатору экспертизы или лицу, принимающему решение (ЛПР), информацию о своих представлениях. Итоговое мнение определяется в соответствии с некоторой заранее оговоренной процедурой планирования (например, вычисляется среднее арифметическое мнений экспертов<sup>1</sup>).

Если предположить, что каждый из экспертов заинтересован в том, чтобы результат экспертизы - коллективное решение (итоговое мнение) - был максимально близок к его истинному мнению, то в общем случае он может сообщать недостоверную информацию, стремясь повлиять на результат в желательную с его точки зрения сторону. Следовательно, возникает проблема манипулируемости механизма экспертизы, то есть проблема сознательного искажения информации экспертами.

В работах [1-3] показано, что для любого механизма экспертизы существует эквивалентный (то есть приводящий к той же итоговой оценке) неманипулируемый механизм (то есть механизм, в котором экспертам выгодно сообщать достоверную информацию), причем итоговое мнение в равновесии определяется совокупностью истинных мнений экспертов,

---

<sup>1</sup> При организации и проведении экспертиз, а также при сравнении результатов деятельности элементов РС необходимо очень аккуратно выбирать процедуры обработки информации, то есть использовать операции преобразования показателей, которые согласованы с теми шкалами, в которых эти показатели измеряются. Так, например, абсурдной является операция вычисления "среднего балла" как среднего арифметического «школьных» баллов, измеренных в порядковой шкале, и т.д. (см. подробности в [14, 26, 42]).

сообщение которых является их абсолютно оптимальной стратегией, и набором чисел, зависящих от механизма планирования (см. подробности в [1]).

Подкласс механизмов экспертизы составляют *механизмы согласия* (которые также могут рассматриваться как разновидность механизмов распределения ресурса - см. ниже) [1]. Основная идея, используемая в механизмах согласия, заключается в том, чтобы эксперты сообщали не просто оценки некоторых величин, а соотносили важность оцениваемого показателя с некоторым общим для всех - так называемым "базовым" - показателем. Доказана возможность выделения одного базового показателя из трех, следовательно при организации экспертизы с использованием механизмов согласия возможно разбиение экспертов по тройкам, обеспечивающее неманипулируемость механизма в предположении, что каждый эксперт в той или иной степени заинтересован в определенных итоговых значениях всех показателей.

Возможность обеспечения достоверности сообщаемой экспертами информации появляется также при использовании *многоканальных механизмов экспертизы* [1]. При использовании нескольких параллельных каналов выработки управляющих воздействий (то есть при наличии нескольких экспертов, автоматизированных систем поддержки принятия решений и т.д. [42]) многоканальная структура системы в ряде случаев позволяет снизить имеющуюся неопределенность. В частности, при использовании модели управляемой системы, управляющий орган имеет возможность оценить какова была бы эффективность управления при реальном использовании предложений каждого из экспертов. Использование системы стимулирования экспертов, зависящей от этой оценки и реальной эффективности управления, позволяет добиться неманипулируемости механизма. Та же идея используется и в *автономных механизмах экспертизы* [1], в которых эксперты самостоятельно (не сообщая каждый организатору экспертизы или ЛПР своих мнений) приходят к согласию относительно коллективного решения и сообщают только его. Использование стимулирования, пропорционального эффективности этого коллективного решения также в ряде случаев дает возможность обеспечить неманипулируемость автономных механизмов экспертизы.

### **3.3. Конкурсные механизмы**

Наблюдаемая в настоящее время распространенность, если не сказать "мода", использования на практике всевозможных конкурсов, а также приводимые для обоснования их целесообразности качественные рассуждения

наталкивают на мысль - быть может честное соревнование действительно является панацеей от многих, если не всех, бед. Формальный анализ конкурсных механизмов (которые в случае неделимых объектов конкурса называются *тендерами*, или *дискретными конкурсами*) показывает, что не все так просто.

Более корректно тендером (дискретным конкурсом) называется конкурс, в котором победители получают в точности заявленную величину (ресурса, финансирования, выгодный проект и т.д.), а проигравшие не получают ничего. Эффективность участника определяется как отношение оценки социально-экономического эффекта (точно известной и объективно заданной извне) к сообщенной участником оценке (требуемого ресурса, затрат и т.д.). Основная идея *простых конкурсов* заключается в упорядочении участников в порядке убывания эффективностей и выделения им ресурса в требуемом объеме последовательно, пока не закончится весь ресурс. Победителями конкурса являются участники, получившие ресурс. К сожалению, гарантированная эффективность простых конкурсных механизмов равна нулю (точнее - может быть сколь угодно мала) [1].

Несколько лучше обстоит дело в *прямых конкурсных механизмах*, в которых организатор конкурса, используя сообщенные оценки, решает задачу о ранце (ищет оптимальную с точки зрения суммарного эффекта комбинацию победителей) - гарантированная эффективность прямых конкурсов равна 0,5 [1].

Подробное описание формальных моделей конкурсных механизмов и рекомендаций по их практическому использованию приведены в [1-3].

### **3.4. Механизмы распределения ресурса**

Механизмы распределения ресурса составляют обширный и чрезвычайно важный с точки зрения практических приложений класс механизмов управления (планирования). При их изучении решаются два основных вопроса - синтеза механизма максимальной эффективности и исследования манипулируемости механизмов планирования, то есть возможности построения для них эквивалентных прямых механизмов [1-3]. Механизмы распределения ресурса включают в себя приоритетные, конкурсные и другие механизмы, кратко рассматриваемые ниже в настоящем подразделе.

Неманипулируемые механизмы распределения ресурса. Пусть в распоряжении управляющего органа имеется некоторое количество ресурса. Задача распределения ресурса подразумевает нахождение такого его распределения между участниками системы, которое максимизировало бы

некоторый критерий эффективности - например, суммарную эффективность использования ресурса. Если, например, эффективность использования ресурса конкретным элементом РС не известна вышестоящему органу, то он вынужден использовать сообщения (заявки) элементов о требуемых количествах ресурса. Понятно, что, если имеется дефицит ресурса, то возникает проблема манипулируемости - элементы могут сообщать недостоверную информацию, стремясь получить оптимальное для себя количество ресурса.

Доказано, что для любого механизма распределения ресурса существует эквивалентный неманипулируемый механизм, в котором все элементы сообщают истинную информацию о своих потребностях и получают в равновесии то же количество ресурса, что и в исходном механизме (см. алгоритм построения такого механизма в [1, 2]). "Двойственной" к задаче распределения ресурса (дохода) является задача распределения затрат, в которой определяется доля затрат каждого элемента РС на "приобретение в совместное пользование" некоторого общественного блага (так называемая задача о безбилетном пассажире - "free-rider problem" [3]).

Более того, доказано, что все анонимные (симметричные относительно перестановок элементов) механизмы распределения ресурса эквивалентны, поэтому на практике не стоит использовать сложные процедуры, а достаточно ограничиться простыми, например, процедурой распределения ресурса пропорционально заявкам элементов [1, 12].

Конкурсные механизмы распределения ресурса относятся к особому типу приоритетных механизмов, в которых на основе приоритетов определяется множество победителей. Победители конкурса либо получают право на получение ресурса, либо получают выгодный заказ и т.д.

Распределение ресурсов на конкурсной основе означает, что ресурс в первую очередь получают участники конкурса, у которых эффективность использования ресурса максимальна, причем под эффективностью понимается эффект на единицу ресурса. Организатор конкурса упорядочивает участников в порядке убывания эффективностей и распределяет ресурс в запрашиваемом размере, пока не закончится весь ресурс - так называемые *непрерывные конкурсы*, в которых часть участников, имеющих низкую эффективность, может получить количество ресурса, меньшее запрашиваемого (см. также описание дискретных конкурсов (раздел 3.3), в которых ресурс неделим).

Если эффективности использования ресурса элементами неизвестны организатору конкурса и сообщаются последними, то возникает проблема манипулируемости. Для конкурсных механизмов со штрафами за несовпадение реальной и заявленной эффективностей показано, что в ситуации

равновесия эффективности всех победителей конкурса равны одному и тому же числу. Также доказано, что конкурсный механизм обеспечивает оптимальное (с точки зрения суммарной эффективности) распределение ресурса [1-3].

### 3.5. Механизмы финансирования

С одной стороны, механизмы финансирования могут рассматриваться как подкласс механизмов распределения ресурсов (финансовых). С другой стороны, в силу их многообразия и специфичности, зачастую, их выделяют в самостоятельный класс механизмов управления, включающий механизмы: смешанного финансирования и кредитования, самоокупаемости, страхования, противозатратные механизмы и др.

Идея *смешанного финансирования* заключается в том, что средства одной из организаций на некоторый проект выделяются только при условии, что и другая организация - кредитор (партнер) - обязуется выделить на этот проект собственное финансирование. Жесткая фиксация долей вкладываемых средств имеет свои минусы - желающих вложить собственные средства будет либо слишком много, либо может не быть вообще. Следовательно, возникает задача синтеза механизма с гибко настраиваемыми величинами долей финансирования. Так как эти доли должны зависеть от неизвестных управляющему органу величин, например - параметров функций предпочтения кредиторов, то возникает задача манипулируемости. В [1] приведены условия, при которых механизм смешанного финансирования обеспечивает большее привлечение средств, чем прямое финансирование, причем использование этого механизма выгодно как для управляющего органа, так и для организаций-кредиторов.

Если некоторый проект состоит из совокупности работ (подпроектов), причем для начала выполнения каждого подпроекта требуются некоторые затраты, а его окончание приносит некоторую (быть может, отрицательную, что часто имеет место в образовательных и социальных проектах) прибыль, то возникает задача построения *механизма самоокупаемости* (самофинансирования), то есть задача определения оптимальной последовательности выполнения работ. В [1] описан алгоритм определения последовательности выполнения работ, минимизирующей величину привлеченных средств.

Важный класс механизмов финансирования составляют *механизмы страхования*, основанные на взаимовыгодном перераспределении риска между нейтральным к риску страховщиком и несклонным к риску страхователем [1, 12]. Если имеет место асимметричная информированность

(например, страховщик может не знать точной величины ущерба от наступления страхового случая, или иметь неточную оценку вероятности наступления этого события и т.д.), то, опять же, возникает проблема манипулирования со стороны страхователя, которая рассматривалась в [1]. Для РОС на сегодняшний день актуальны проблемы страхования бюджетных поступлений и др.

Если конкурсные механизмы (см. выше) рассчитаны на использование в ситуациях, когда имеется несколько управляемых субъектов примерно "равной силы", то *противозатратные механизмы* позволяют эффективно управлять монополистами. Противозатратными называются такие механизмы управления, которые побуждают каждый элемент системы максимально повышать эффективность своей деятельности, выполнять соответствующую работу с высоким качеством и минимальными затратами.

В основе использования противозатратных механизмов лежит следующая общая идея. Предположим, что эффективность деятельности элемента РС зависит от переменных двух типов - параметров, выбираемых самим элементом (например, затраты труда преподавателей), и параметров, устанавливаемых ему сверху - управлений (например, планы, нормы рентабельности, коэффициенты ценообразования, налоговые показатели и т.д.). Задача заключается в выборе таких значений управлений, чтобы предпочтения элементов вели себя требуемым образом (например, возростали или убывали по соответствующим параметрам) [1]. Примерами могут служить: противозатратные механизмы ценообразования и противозатратные механизмы налогообложения [1-3].

### **3.6. Механизмы стимулирования**

Перечислим основные классы базовых систем стимулирования в организационных системах, используемых как при управлении ОУ, так и при мотивации работников самих ОУ (подробный их анализ проведен в работах [1, 11, 22-25]).

Скачкообразные системы стимулирования характеризуются тем, что субъект (или управляемый экономический объект) получает постоянное вознаграждение, при условии, что выбранное им действие соответствует оговоренному плановому значению, и нулевое вознаграждение при выборе других действий. Такие системы стимулирования содержательно могут интерпретироваться как аккордные, соответствующие фиксированному вознаграждению при объеме работ не ниже оговоренного заранее. Другая содержательная интерпретация соответствует фиксированному вознагра-

ждению за достижение количественных нормативов без каких либо надбавок и оценки качества деятельности.

Компенсаторные системы стимулирования характеризуются тем, что субъекту компенсируют затраты при условии, что его действия соответствуют плановым значениям.

Пропорциональные системы стимулирования. На практике широко распространены системы вознаграждения, основанные на введении ставок оплаты: повременная оплата подразумевает существование ставки оплаты единицы рабочего времени (как правило, часа или дня), сдельная оплата - существование ставки оплаты за единицу продукции и т.д. Объединяет эти системы оплаты то, что вознаграждение прямо пропорционально его действию (количеству отработанных часов, объему выпущенной продукции и т.д.), а ставка оплаты является коэффициентом пропорциональности. Как правило, эти системы стимулирования не оптимальны - их эффективность ниже, чем скачкообразных и компенсаторных. Количественные оценки сравнительной эффективности приведены в [3, 11, 24, 25].

Перечисленные выше системы стимулирования являются простейшими - базовыми, представляя собой элементы "конструктора", используя которые можно построить другие более сложные системы стимулирования. Для возможности такого "конструирования" определяют "операции" над базовыми системами стимулирования. Во многих случаях достаточно ограничиться операциями следующих трех типов. Первый тип операции - переход к соответствующей "квази"-системе стимулирования - вознаграждение считается равным нулю всюду, за исключением действия, совпадающего с планом. Второй тип операции - разбиение множества возможных действий на несколько подмножеств и использование различных базовых систем стимулирования на различных подмножествах. Третий тип операции - алгебраическое суммирование двух систем стимулирования.

Результаты сравнения эффективностей базовых систем стимулирования приведены в [11].

### **3.7. Механизмы оперативного управления**

Одним из аспектов учета динамики развития РОС является возможность использование *механизмов оперативного управления*, которые учитывают наблюдаемую динамику поведения элементов РС и позволяют вносить изменения в условия ее функционирования в режиме реального времени.

Наиболее простым вариантом механизма оперативного управления является рассмотрение в каждом периоде времени задачи синтеза механизма управления, оптимального с учетом наблюдаемой реализации результатов за истекший период. Однако в большинстве случаев адекватными являются динамические модели, в которых задачи, решаемые в каждом периоде, связаны между собой. Примерами прикладных механизмов оперативного управления являются следующие.

В *механизмах пересоглашения* обе стороны, вступившие во взаимовыгодное взаимодействие, например, заключившие контракт, по мере получения новой информации об условиях функционирования имеют возможность предложить пересмотреть условия контракта. Новый контракт заключается, если его условия не менее выгодны обеим сторонам, чем условия действующего на текущий момент контракта. Оказывается, что даже в условиях одинаковой информированности не всегда уменьшение неопределенности за счет поступления новой информации приводит к пересмотру договоренностей [1].

Как правило, решение задач анализа и синтеза механизмов управления требует значительных временных затрат, что может вступать в противоречие с требованием принятия решений в реальном режиме времени. Поэтому в *механизмах оперативного управления риском* управляющий орган априори (до начала функционирования или реорганизации системы) вырабатывает набор правил, параметрически зависящих от будущих возможных ситуаций (сценариев развития), которые могут сложиться в процессе функционирования управляемой системы. Имея достаточный "запас" (иногда упрощенных) механизмов "на все случаи жизни", можно оперативно принимать управленческие решения в режиме реального времени.

При отклонении результатов деятельности элементов системы от запланированных, управляющему органу желательно как можно раньше иметь информацию об этом для того, чтобы своевременно принять соответствующие меры. Механизмы, стимулирующие возможно более раннее информирование управляющего органа элементами РС об отклонениях от плана или прогноза, называются *механизмами опережающего самоконтроля* [1].

Влияние случайных и неопределенных факторов во многих случаях может приводить к нарушению запланированных сроков работ и их этапов. Для таких случаев управляющий орган должен предусматривать создание финансовых и материальных резервов и соответствующие компенсационные меры. Механизмы, реализующие эти меры, называются *компенсационными механизмами* и подробно описаны в работах [1].

#### **4. Методика оптимизации РОС**

Фактически, оптимизация РОС заключается в выполнении последовательности действий, либо непосредственно описанных в приложениях (см. Приложения 1-4 и 8), либо направленных на сбор и обработку информации, требования к которой также перечислены в приложениях (см. Приложения 1-4 и 8).

Алгоритм действий следующий: руководствуясь общими принципами, перечисленными в разделе 2, и используя механизмы принятия решений, описанные в разделе 3, следует:

1. Получить информацию о социально-экономической ситуации в регионе в соответствии с показателями, приведенными в Приложении 1.

2. Описать структуру РОС в соответствии с показателями Приложения 2.

3. Для каждого элемента нижнего уровня РС, то есть для каждого ОУ получить информацию в соответствии с Приложениями 3 и 4.

4. Используя методику агрегирования информации, описанную в Приложении 5, на основании результатов пункта 3 получить информацию для каждой ТС в соответствии с Приложениями 3 и 4.

5. Используя методику агрегирования информации, описанную в Приложении 5, на основании результатов пункта 4 получить информацию для РС в целом в соответствии с Приложениями 3 и 4.

6. Для каждого элемента нижнего уровня РС, то есть для каждого ОУ, в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 6, провести анализ современного его состояния.

7. Используя методику агрегирования информации, описанную в Приложении 5, на основании результатов пунктов 4 и 6 провести анализ современного состояния каждой ТС в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 6.

8. Используя методику агрегирования информации, описанную в Приложении 5, на основании результатов пунктов 5 и 7 провести анализ современного состояния РС в целом в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 6.

9. Для каждого элемента нижнего уровня РС, то есть для каждого ОУ на основании результатов пунктов 3 и 6 в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 7, произвести локальную оптимизацию его функционирования.

10. Используя методику агрегирования информации, описанную в Приложении 5, на основании результатов пунктов 4, 7 и 9 произвести

локальную оптимизацию функционирования каждой ТС в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 7.

11. Используя методику агрегирования информации, описанную в Приложении 5, на основании результатов пунктов 5, 8 и 10 произвести локальную оптимизацию функционирования РС в целом в соответствии с методикой, приведенной в Приложении 7.

Таким образом, на этапах 1-5 производится сбор информации, необходимой для построения модели РОС; на этапах 6-8 проводится анализ современного состояния РОС и определяются «узкие места», то есть проблемы, требующие первоочередного решения; на этапах 9-11 производится локальная оптимизация функционирования РОС.

Еще раз подчеркнем, что для реализации этапов 9-11 предлагаемой методики необходимо наличие соответствующего уровня автоматизации обработки информации. Значительный объем и необходимость регулярного обновления этой информации требуют использования адекватных (в том числе – специализированных) *автоматизированных информационных систем* (АИС), которые на сегодняшний день в большинстве регионов отсутствуют. В частности, АИС для РОС необходима для успешного решения задач управления ее развитием (см. описание задач управления и требуемого уровня автоматизации обработки информации в разделе 1). Следовательно, на сегодняшний день актуальна задача разработки автоматизированных информационных систем для РОС, позволяющих, во-первых, оперативно получать и обрабатывать информацию, необходимую для принятия управленческих решений (то есть реализовывать такие функции органов управления образованием как: *мониторинг и прогноз*), а, во-вторых, осуществлять оптимизацию функционирования РОС (то есть реализовывать такие функции органов управления образованием как: планирование, управление и контроль).

При этом целесообразна централизованная разработка унифицированной информационной системы, являющейся типовой для регионов. Наполнение этой системы конкретной информацией и ее дальнейшее развитие и совершенствование должны производиться с учетом специфики конкретных региональных образовательных систем, сначала в пилотных регионах, а затем – в остальных регионах РФ.

Создание АИС включает следующие этапы:

- определение набора показателей, описывающих элементы РС, и методов их агрегирования (см. в качестве примера Приложение 8);
- разработка требований к автоматизированной информационной системе и алгоритмизация обработки информации;

- создание автоматизированной информационной системы (специализированного программного комплекса);
- настройка автоматизированной информационной системы с учетом специфики пилотных регионов;
- обучение управленческого персонала в пилотных регионах использованию автоматизированной информационной системы;
- разработка методов оптимизации РОС и их алгоритмизация;
- создание компонентов автоматизированной информационной системы (специализированных интегрированных программ), позволяющих осуществлять оптимизацию РОС;
- тиражирование АИС и ее внедрение в органах управления РОС с учетом опыта пилотных регионов.

Автоматизированная информационная система для РОС с интегрированной в нее подсистемой оптимизации РОС, будучи апробирована на пилотных регионах, в перспективе может использоваться во всех регионах РФ, а также с соответствующей доработкой централизованно, то есть в федеральном масштабе.

## **5. Требования к программам развития РОС**

По аналогии с описанием структуры деятельности (в том числе управленческой [1, 4, 16, 19, 24]) можно выделить следующие основные *функции управления<sup>1</sup> развитием<sup>2</sup> РОС* (см. также задачи управления РОС в разделе 3): анализ текущего состояния, прогноз, целеполагание, планирование, обеспечение ресурсами, контроль, оперативное управление, анализ изменений. Рассмотрим эти функции более подробно.

*Анализ текущего состояния* РОС необходим для получения той "точки отсчета", относительно которой будет оцениваться развитие системы с учетом управляющих воздействий или без таковых. Сравнение текущего состояния РОС с теми представлениями, которые отражают ее

---

<sup>1</sup> Успешная реализация функций управления требует использования адекватных механизмов управления - см. раздел 3.

<sup>2</sup> Так как любое изменение РОС является уникальным, то при управлении развитием РОС возможно и целесообразно использование подходов управления проектами [1,6,13,38,43].

"идеальное состояние"<sup>1</sup> позволяют в первом приближении оценивать текущую эффективность ее функционирования.

*Прогноз развития* РОС, проводимый без учета управляющих воздействий, позволяет судить о том какова будет динамика поведения системы и насколько она будет удаляться или приближаться к "идеальному состоянию", если не предпринимать никаких дополнительных мер.

*Целеполагание* подразумевает формулировку общих целей развития, а также критерия эффективности, отражающего соответствие настоящего и/или будущего состояния РОС целям ее развития.

На этапе *планирования* осуществляется определение набора *задач развития* - действий, мероприятий и т.д., которые позволяют достичь или максимально приблизиться к поставленным целям в существующих или прогнозируемых условиях.

Определенный в результате планирования набор мероприятий требует соответствующего *обеспечения ресурсами*, включая финансовые, кадровые, информационные и другие ресурсы (см. перечисление ресурсного обеспечения в разделе 1), что является одной из основных обеспечивающих функций управления развитием РОС.

*Контроль* за развитием РОС (носящий в основном констатирующий и лишь иногда упреждающий характер) заключается в постоянном мониторинге за изменениями РОС, вызванными действиями управляемых субъектов, предпринимаемых в соответствии с планом, а также в выявлении отклонений от плана.

Так как развитие РОС является непрерывным (во времени) процессом, то по мере поступления новой информации (получаемой в результате осуществления функции контроля) о ходе решения задач развития может потребоваться внесение корректирующих воздействий, что составляет суть *оперативного управления* [1].

По мере завершения каждого из запланированных этапов развития РОС, включая в том числе (и в первую очередь) весь горизонт планирования, для успешного осуществления следующих этапов необходим *анализ произведенных изменений*, обобщение опыта развития, который должен использоваться при разработке стратегии и тактики дальнейшего управления РОС.

---

<sup>1</sup> Употребление кавычек обусловлено субъективной трактовкой данного понятия, а также сильную ее обусловленность текущим состоянием как управляемой системы (РОС), так и метасистемы (региона), частью которой она является.

В рамках перечисленных функций управления развитием РОС ключевую роль играет **программа развития** - документ, декларирующий, конкретизирующий и институализирующий<sup>1</sup> первые пять из перечисленных выше функций управления: анализ текущего состояния, прогноз, целеполагание, планирование и обеспечение ресурсами, а также отражающий принципы контроля и оперативного управления, которыми следует руководствоваться при решении задач развития.

Приведенное определение программы развития РОС подразумевает, что любая программа должна отражать перечисленные функции. Детализируем порождаемые этим утверждением требования к ее форме и содержанию.

В соответствии с общими принципами управления образовательными системами, описанными в разделе 2, **программа развития РОС должна содержать**<sup>2</sup>:

1) Описание модели РОС. Программа развития РОС должна явно или неявно основываться на некоторой *модели РОС* (см. раздел 1), в рамках которой желательно отражение информации, выражаемой следующими группами показателей (см. пример перечня показателей в Приложении 8)<sup>3</sup>:

I. Общая информация о регионе:

1. Природно-климатические и экологические факторы.

---

<sup>1</sup> Если декларация необходима для корректности и четкости осознания существующих проблем и путей их решения как работниками системы образования, так и внешней (по отношению к РОС) средой - органами государственного управления, вышестоящими органами управления образованием, общественностью и т.д., то институализация, то есть придание программе развития статуса нормативного документа, необходима для возможности осуществления функций контроля и оперативного управления самой РОС в ходе дальнейшей реализации программы, а также для успешного взаимодействия РОС с внешней средой.

<sup>2</sup> Каждый из пунктов приводимых ниже требований с той или иной степенью детализации нашел отражение в принципах и методиках управления, описанных в настоящей работе.

<sup>3</sup> Следует отметить, что в большинстве известных (существующих и/или доступных по тем или иным причинам не только работникам соответствующих региональных органов управления образованием) программ развития РОС "описательная" часть выполнена достаточно добросовестно и подробно (различия в степени детализации не играют принципиальной роли). Однако, не всегда описание специфики региона (например, значения показателей общей информации о регионе) сопровождается анализом тех требований к РОС, которые обусловлены этой спецификой.

2. Экономическая ситуация.
3. Социальная сфера.
4. Демографическая ситуация.
5. Занятость населения.

II. Общая информация о структуре РС.

III. Информация для внешних моделей элементов РС.

IV. Информация для внутренних моделей элементов РС.

2) Определение общих и частных целей развития РОС. Наличие модели РОС дает возможность сформулировать общую цель развития РОС, которая посредством конкретизации (см., например, описание процедур декомпозиции и агрегирования для дерева целей в разделе 3, а также [1, 12]) превращается в набор частных целей<sup>1</sup> (которые с учетом существующих условий - возможностей, ограничений и т.д., в свою очередь, превращаются в задачи развития) - см. рисунок 8.

3) Критерий эффективности функционирования РОС<sup>2</sup>, ставящий в соответствие состоянию РОС, описываемой в рамках принятой ее модели, степень соответствия целям, перечисленным в предыдущем пункте.

4) Определение множества допустимых управляющих воздействий<sup>3</sup>. Например, в качестве возможных управляющих воздействий в Приложении 7 перечислены изменения: структуры РС, набора образовательных программ, содержания образовательных программ и системы управления - см. рисунок 8. Детализация этих общих групп управляющих воздействий позволяет получить набор частных управляющих воздействий, удовлетворяющих существующим ограничениям (см. рисунок 8). Возможные управляющие воздействия необходимо также проверять на допустимость в смысле согласованности с существующими или прогнозируемыми институциональными и ресурсными ограничениями (см. разделы 1 и 2, а

---

<sup>1</sup> В известных в оговоренном выше смысле программах развития РОС формулировка общих и частных целей развития, как правило, выполнена достаточно четко и редко подвергается критике.

<sup>2</sup> В известных программах развития РОС формулировка (правда, не всегда достаточно четкая) критерия эффективности состояния (функционирования) РОС либо содержится явно, либо ее наличие подразумевается, и она может быть более или менее однозначно восстановлена.

<sup>3</sup> В известных программах развития РОС перечисление допустимого множества управляющих воздействий, как правило, не полно. Конечно, не стоит приводить перечисление всех допустимых управлений и их комбинаций, однако их полный охват разработчиками, быть может остающийся за рамками конечного текста программы развития, крайне желателен.

также Приложение 7). Не следует забывать, что **одним из управляющих воздействий является изменение самой системы управления РОС** (которое, будучи индуцированным изнутри может рассматриваться как саморазвитие, столь необходимое в современных условиях существенной автономии РОС).

5) Определение критерия эффективности управляющих воздействий<sup>1</sup>, который ставит в соответствие управляющему воздействию степень соответствия состояния РОС, достигаемого в результате реализации данного воздействия, целям, перечисленным во втором пункте (см. для примера разделы 1 и 2, а также Приложение 7).

Реализация перечисленных пяти пунктов дает возможность установить взаимосвязь между частными управляющими воздействиями и требуемым для этого ресурсным обеспечением (*вариантами развития РОС*), с одной стороны, и общей целью развития РОС, с другой стороны (см. рисунок 8, на котором условная граница между деревом целей и структурой декомпозиции управлений обозначена двойной линией), что дает возможность формулировать и решать задачу оптимизации функционирования РОС (см. следующий пункт).

6) Обоснование программы развития - описание результатов решения задач оптимизации функционирования РОС - сравнения эффективностей различных допустимых вариантов развития и выбор среди них варианта, обладающего максимальной или, соответственно, удовлетворительной эффективностью<sup>2</sup>.

7) Описание набора действий, мероприятий и т.д.<sup>3</sup> (с указанием сроков, ответственных, ресурсов и т.д.), осуществление которых позволит в рамках существующих ограничений достичь цели развития РОС. Содержание данного пункта - указание оптимального или рационального вари-

---

<sup>1</sup> В известных программах развития РОС описание критерия эффективности управляющих воздействий либо отсутствует, либо присутствует неявно или слишком расплывчато для того, чтобы конструктивно его использовать.

<sup>2</sup> Уместно сделать следующее терминологическое замечание: оптимальной (рациональной) называется альтернатива, наилучшая (удовлетворительная) в существующих условиях.

<sup>3</sup> Данный пункт содержится практически во всех известных программах развития РОС и нередко подразумевается, что именно этот пункт и является собственно программой развития. Такое узкое толкование понятия "программа развития" имеет право на существование, однако с нашей точки зрения для его обозначения более уместен термин "вариант развития, не подкрепленный никаким обоснованием".

анта развития - должно вытекать из результатов предыдущего пункта, то есть из обоснования программы развития РОС.

8) Описание механизмов управления<sup>1</sup> (в том числе принципов контроля, мотивации [11, 24], оперативного управления и т.д.) - см. раздел 3.

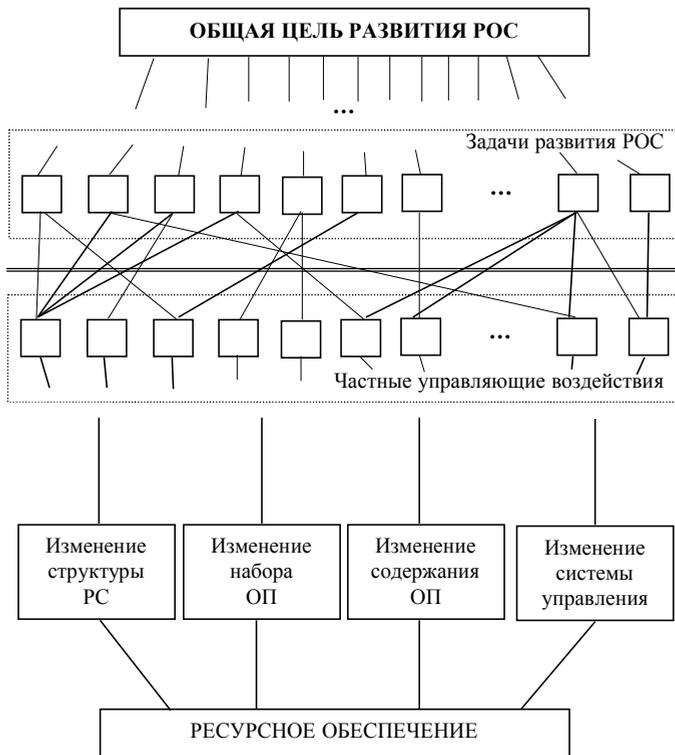


Рис. 8. Связь между общими целями развития РОС и ресурсным обеспечением

Таким образом, программа развития РОС должна состоять из "описательной" части (пункты 1-5), обоснования (пункт 6), формулировки оптимального или рационального варианта развития (пункт 7) и описания механизмов управления (пункт 8).

<sup>1</sup> В известных программах развития РОС описание механизмов управления отсутствует.

Анализ известных программ развития РОС позволяет сделать вывод, что наиболее полно в них проработаны именно "описательные" части, в то время как обоснование предлагаемого варианта развития отсутствует. Поясним последнее утверждение.

Структура практически всех программ одинакова: за описанием характеристик региона и параметров РОС следует декларация общих целей, а затем - длинный перечень мероприятий, реализация которых якобы позволит достичь цели развития. Сомнения вызывают два момента. Во-первых, **где гарантия, что предлагаемый набор мероприятий позволит достичь цели** (причина возникновения сомнений - недостаточная проработанность пунктов 5 и 6 приведенных выше требований)? Во-вторых<sup>1</sup>, **быть может существует другой вариант развития, обладающий более высокой эффективностью** (причина - отсутствие шестого пункта)? Для снятия этих (и им подобных) вопросов необходимо корректное обоснование предлагаемого варианта<sup>2</sup> развития.

Следовательно, на сегодняшний день можно констатировать, что **при разработке программ развития РОС необходимо уделять большее внимание их обоснованию**. Приводимые в настоящей работе модели, принципы и механизмы управления, методики оптимизации РОС и т.д. как раз и нацелены на то, чтобы дать разработчикам программ развития РОС методологию и инструментарий, позволяющие принимать эффективные управленческие решения как на этапе создания обоснованных программ, так и при их реализации.

---

<sup>1</sup> При данном перечислении мы абстрагируемся от возможности "неправильной" (с чьей-либо субъективной точки зрения) или некорректной (с формальной точки зрения) формулировки целей развития.

<sup>2</sup> В идеале программа развития РОС должна содержать несколько вариантов развития, эффективность каждого из которых обоснована в рамках того или иного сценария развития региона. Однако, на сегодняшний день это требование является слишком сильным, тем более с учетом того, что существующие программы не содержат не только сценария развития региона, но и обоснования эффективности (в рамках некоторого - подразумеваемого по умолчанию - сценария) предлагаемого варианта развития.

## Заключение

Таким образом, в настоящей работе предпринята попытка создания формальной модели РОС и сформулированы концептуальные положения управления их развитием.

Преимущество предложенного подхода, с нашей точки зрения, заключается в возможности корректного обоснования программ развития РОС, во-первых, за счет комплексного учета общих принципов управления сложными системами. Во-вторых, за счет универсальности описания элементов РС и применения для управления ими современных экономических и организационных механизмов. И, наконец, в-третьих, за счет четкого выделения введенных предположений, на основании которых делаются выводы об оптимизации РОС.

В то же время, следует иметь в виду, что практическая реализация предложенного подхода может столкнуться с рядом трудностей. Среди них (помимо чисто «технических» сложностей решения оптимизационных задач) стоит выделить две основные - необходимость обладания достаточной информацией (не только об образовательной системе) и неготовность управленческих кадров оперировать формальными моделями.

Несмотря на перечисленные трудности, автор убежден, что преодоление их в ближайшем будущем оправданно, так как использование при управлении РОС всего арсенала современной теории управления является необходимым условием повышения обоснованности управленческих решений и, следовательно, эффективности функционирования региональных образовательных систем.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Необходимо сделать три общих замечания, касающихся всех приложений.

Во-первых, в качестве *характерного временного интервала* целесообразно выбрать год, в качестве *временного горизонта* рекомендуется следующий диапазон: максимальный горизонт – плюс/минус 15 лет (то есть с 1986 г. по н/в – статистические данные, с н/в по 2016 г. – прогнозные данные), соответствующий долгосрочному анализу и прогнозу; минимальный горизонт плюс/минус 5 лет (то есть с 1996 г. по н/в – статистические данные, с н/в по 2006 г. – прогнозные данные), соответствующий среднесрочному анализу и прогнозу.

Во-вторых, как отмечалось выше, для успешной оптимизации РОС требуется достижение соответствующего уровня автоматизации обработки информации. Так как в настоящее время отсутствуют адекватные программные комплексы, то приводимая ниже информация разбита на две части, отвечающие различным уровням детализации описания РОС: **в первом приближении достаточно показателей, приведенных в Приложениях 1-4<sup>1</sup>; полный список показателей, приведенный в Приложении 8, целесообразно использовать в будущем после достижения среднего и высшего уровней автоматизации.** Кроме того, показатели можно разделить на первичные и производные. Первичные показатели получают непосредственно в результате анализа статистической отчетности, заключений экспертов, прогнозов и т.д. (см. Приложения 1-4), а производные показатели рассчитываются на основании первичных и используются для прогноза и оптимизации (см. Приложения 6-7).

В третьих, список приводимых ниже показателей<sup>2</sup> носит примерный характер и не претендует на полноту и универсальность, то есть можно (и даже целесообразно) на этапе практического использования вводить и сравнивать другие наборы показателей.

---

<sup>1</sup> Обязательно необходимые (и используемые в рамках "потокowej" модели РС - см. раздел 1) показатели выделены в Приложениях 1-4 рубленным шрифтом.

<sup>2</sup> Приводимый набор показателей основывается на наборах показателей, приведенных в [10, 18, 31-35, 39, 41].

## **Приложение 1. Общая характеристика региона и внешних условий функционирования РОС**

Для начала работы над оптимизацией РОС необходимо иметь общую информацию (в историческом аспекте и на перспективу) о социальной и экономической ситуации в регионе и для каждого города, района и т.д. Эта информация, во-первых, должна представляться независимыми органами и использоваться для согласования и верификации прогнозов частных показателей, используемых при построении модели РС. Во-вторых, желательно получение прогнозов развития регионов на сценарном уровне, то есть совокупности прогнозов, соответствующих различным сценариям.

Требуются значения в разрезе каждого города и района и в агрегированном (суммарном по административно-территориальным образованиям и региону в целом, то есть для ТС и РС в целом) для каждого из годов выбранного временного горизонта и с разбивкой по ОУ (то есть включая фактические и прогнозные значения) следующих показателей (здесь и далее в скобках приводятся единицы измерения):

1.1. Образовательные программы и группы образовательных программ (включая те из них, которые фактически реализуются и те, на которые имеется спрос) (список);

1.2. Общие характеристики населения (численность (чел.) и половозрастная структура (чел.);

1.3. Число обучающихся в элементах РС (чел.);

1.4. Профессионально-квалификационная структура занятого населения (в том числе по каждой отрасли экономики, группам освоенных образовательных программ и всем формам собственности с разбивкой по половозрастным группам и образованию) (чел.);

1.5. Уровень безработицы (% к трудоспособному населению, с разбивкой по половозрастным группам, образованию, отраслям экономики и группам освоенных образовательных программ).

## **Приложение 2. Общая информация о структуре РОС**

Необходима информация о структуре РОС (см. рисунок 1): перечисление ОУ и их территориального расположения, перечисление ТС и входящих в каждую ТС конкретных ОУ. Помимо информации о структуре РОС, необходима количественная информация о ее элементах, то есть для

**каждого** элемента РС требуются значения для каждого из годов выбранного временного горизонта следующих показателей<sup>1</sup>:

2.1. Число ОУ (с разбивкой по территориальному признаку и ведомственной принадлежности) (шт.);

2.2. Подчиненность элементов РС (вертикальные связи) и связи (горизонтальные) между ними – см. рисунок 1.

2.3. Численность обучаемых (прием) с разбивкой по образовательным программам (чел.);

2.4. Численность обучаемых (обучение) с разбивкой по образовательным программам (чел.);

2.5. Численность обучаемых (выпуск) с разбивкой по образовательным программам (чел.)<sup>2</sup>;

2.6. Число обучаемых по договорам с разбивкой по образовательным программам (чел. и %);

2.7. Выполнение плана по приему (%);

2.8. Процент выпуска (%);

2.9. Коэффициент сменности обучения;

2.10. Иногородние учащиеся (%);

2.11. Количество групп (шт.);

2.12. Средняя наполняемость группы (чел.);

2.13. Количество правонарушений обучаемых (%).

### **Приложение 3. Информация для внешней модели элемента РС**

Для каждого административно-территориального образования, которому принадлежит данный элемент РС, для каждого из годов выбранного временного горизонта необходима следующая информация<sup>3</sup> (о внешних

---

<sup>1</sup> Здесь и далее предполагается, что все значения показателей имеют смысл для РС в целом и для ТС. Некоторые показатели не имеют смысла для отдельных ОУ, например, "число ОУ" и т.д., или для ОУ определенных типов

<sup>2</sup> В первом приближении можно не различать "план", "прием" и "выпуск" и оперировать единым показателем "пропускная способность элемента РС" (см. раздел I и Приложение 7).

<sup>3</sup> Может быть использована информация от предприятий, организаций и учреждений, а также службы занятости (в том числе – государственная статистическая отчетность) о: наличии свободных рабочих мест с учетом профессионально-квалификационных характеристик; возможности образования новых рабочих мест; наличии свободных учебных мест и возможности подготовки, переподго-

условиях функционирования элемента РС – см. таблицу 2 выше) для **каждого** вида обучения:

3.1. Показатели спроса на образовательные услуги (образовательные потребности молодежи и взрослого населения), то есть количественные характеристики спроса (с разбивкой на: молодежь, лица, проходящие переподготовку или повышающие свою квалификацию, и т.д.) (чел.);

3.2. Показатели спроса на выпускников (с разбивкой источников спроса на предприятия, учреждения и организации, в том числе - образовательные учреждения, региона с учетом отраслевой принадлежности, подчиненности и форм собственности) (чел.).

#### **Приложение 4. Информация для внутренней модели элемента РС**

4.1. Обеспеченность учебными площадями и учебно-материальной базой (с разбивкой на: кабинеты по общеобразовательным предметам, кабинеты по предметам производственно-технического цикла, оснащенные кабинеты вычислительной техники, лаборатории, учебно-производственные мастерские, ПЭВМ, технические средства обучения и т.д. с разбивкой: «всего имеется», «количество недостающих») (шт.); фактическая площадь на одного обучаемого (м<sup>2</sup>/чел.); фондовооруженность на одного обучаемого (руб./чел.);

4.2. Число работников ОУ (в том числе – преподаватели, воспитатели, мастера п/о, АУП и т.д. (чел. и %));

4.3. Обеспеченность учебной документацией и учебниками (в % от требуемого);

4.4. Постоянные издержки (за прошедшие периоды для каждого из пунктов приводятся три значения: «утверждено-выполнено-задолженность») (руб.);

4.5. Переменные издержки (за прошедшие периоды для каждого из пунктов приводятся три значения: «утверждено-выполнено-задолженность») (руб.).

Информация для внутренней модели элемента РС необходима для определения взаимосвязи между показателями его внешней функции и

---

*товки и повышения квалификации; информация от отдельных граждан из числа уволенных работников и незанятого населения; информация от регионального центра занятости о возможности обучения специалистов и рабочих, а также наличии свободных учебных и рабочих мест за пределами соответствующего административно-территориального образования (города, района, региона).*

ресурсными (и иногда институциональными) ограничениями. Более конкретно, для каждого из возможных изменений показателей, перечисленных в Приложении 2, необходимо уметь определять (в результате финансово-экономических расчетов, или оценить экспертно) требуемые для этого ресурсы (в соответствии с показателями, перечисленными в пунктах 4.1.-4.6) – см. в разделе 1 взаимосвязь между показателями  $C(S)$  и  $R(S)$ , а также  $S(R)$  и  $S(C)$ . Например, пусть требуется увеличить прием по некоторой образовательной программе для удовлетворения прогнозируемого роста спроса на выпускников по этой образовательной программе. Тогда необходимо знать (планировать) какого дополнительного материально-технического, финансового и др. обеспечения это потребует. Таким образом, информация данного Приложения нужна в основном для локальной оптимизации элементов РС (см. Приложение 7).

### **Приложение 5. Методика агрегирования информации в модели РС**

Так как РС описывается трехуровневой (поточковой) моделью (см. раздел 1): РС – ТС – ОУ, а каждый элемент РС и условия его функционирования описываются показателями, приведенными в Приложениях 1-4, то состояние элемента более высокого уровня иерархии (совокупность значений параметров, его описывающих) определяется состояниями соответствующих элементов более низкого уровня иерархии (причем конкретные значения известны только для элементов самого нижнего уровня иерархии – ОУ), то есть необходимо определение *процедуры агрегирования параметров*.

Например, состояния отдельных ОУ, входящих в некоторую ТС, определяют состояние этой ТС. Совокупность состояний ТС, образующих РС, определяют, в свою очередь, состояние последней.

Процедура агрегирования параметров включает в себя две компоненты: *процедуру определения агрегируемых и агрегированных параметров* (далее – «процедуру») и собственно *метод агрегирования*.

Поясним последнее утверждение более подробно. Ряд показателей, описывающих элемент РС (то есть отдельных пунктов Приложений 1-4), в свою очередь включает разбивку по некоторым основаниям. Следовательно, необходимо сначала ответить на вопрос – что с чем агрегировать (какие показатели и основания с какими), а затем ответить на вопрос – как агрегировать. Например, показатель 2.3 – «Число обучаемых (прием) с разбивкой по образовательным программам» – включает разбивку по образовательным программам. Значит, необходимо сначала определить

процедуру для образовательных программ, а затем метод агрегирования значений показателей для каждой из образовательных программ: понятно, что количества обучаемых в рамках одной образовательной программы в различных ОУ при переходе к количеству обучаемых по этой образовательной программе в рамках ТС, включающей данные ОУ, должны суммироваться (метод агрегирования – *суммирование* – см. ниже). Если две различных (на уровне отдельных ОУ) образовательных программы при переходе к уровню соответствующей ТС попадают в одну *группу образовательных программ* (становятся неразличимыми на этом более высоком уровне, то есть процедура для образовательных программ – *включение* в группу образовательных программ – см. ниже), то также должны суммироваться и количества обучаемых и т.д.

Следовательно, первым этапом является описание структуры РС (см. рисунок 9, на котором приведен условный пример структуры РС, включающей две ТС, первая из которых состоит из одного, а вторая – из двух образовательных учреждений, и показатели 2.1 и 2.2): перечисление ТС, образующих РС, а затем для каждой ТС – перечисление ОУ, входящих в данную ТС.

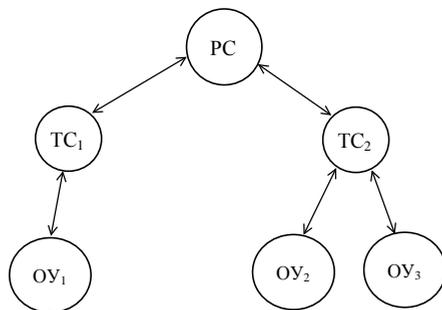


Рис. 9. Пример структуры РС

Как отмечалось выше, критерием выделения совокупности ОУ в ТС является их территориальная обособленность с точки зрения спроса и предложения на образовательные услуги и рабочую силу. **Таким образом, для показателя, описывающего некоторую вершину дерева структуры РС (например, дерева, приведенного на рисунке 9), агрегироваться должны соответствующие параметры, описывающие все соединенные с ней стрелками вершины более низкого уровня иерархии.**

Вторым этапом является применение процедур для оснований, по которым осуществляется разбивка частных показателей.

Основной процедурой является процедура «включения», заключающаяся в задании для каждого значения основания (например, "образовательные программы" или "группы образовательных программ"), использующихся в описании ОУ (соответственно – ТС), значения основания (например, группы образовательных программ), в которую оно входит при переходе к более высокому уровню иерархии, то есть к уровню ТС (соответственно РС в целом). Пример процедуры включения приведен на рисунке 10.



Рис. 10. Пример «процедуры» включения

Пример процедуры включения, соответствующей структуре РС, изображенной на рисунке 9, для «процедуры» для основания «образовательная программа», изображенной на рисунке 10, приведен на рисунке 11 (жирными стрелками показана структура РОС, тонкими стрелками – отношении включения), то есть на рисунке 11 для рассматриваемого примера изображено наложение структуры РС на структуру образовательных программ, определяемую «процедурой» для основания «образовательная программа» (см. также таблицу 4).

Процедура включения должна использоваться для следующих оснований:

- показатель 1.1 «Группы образовательных программ» (используется при агрегировании показателей 1.4, 1.5, 2.3-2.13, 3.1, 3.2, 4.1 – 4.5);

- «Отрасли экономики» (используется при агрегировании показателей 1.4, 1.5, 3.2);
- «Формы собственности» (используется при агрегировании показателей 1.4, 3.2).

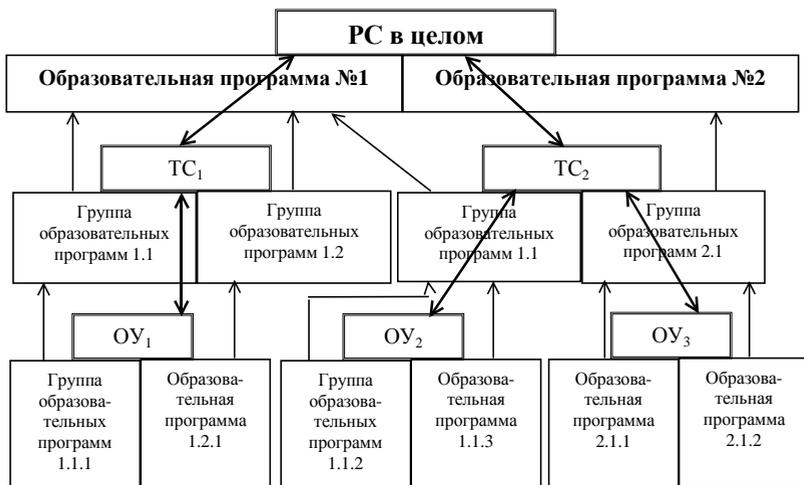


Рис. 11. Пример «процедуры» для основания «образовательная программа»

Значения таких оснований как: пол, возраст, образование, стаж, тип ОУ и оснований разбивки показателей 2.2 и 4.1, очевидно, не изменяются при изменении уровня иерархии.

И, наконец, третьим этапом является вычисление агрегированных значений показателей. Для агрегирования показателей достаточно использовать следующие **методы**:

- *суммирования*, когда значения агрегируемых показателей суммируются;
- *косвенных вычислений*.

Остановимся на *методе косвенных вычислений* более подробно. Агрегировать показатели, вычисляемые как отношение двух других показателей, необходимо следующим образом: следует вычислить сумму числителей и разделить их на сумму знаменателей.

Поясним это утверждение на примере. Пусть ТС включает два ОУ. Если в первом ОУ обучается  $N_1$  человек, а во втором –  $N_2$  человек, причем количество отличников (измеряемое в процентах – как отношение числа

отличников к общему числу учащихся) составляет, соответственно,  $a_1$  и  $a_2$ , то необходимо определить общее число отличников для каждого из ОУ:  $A_1 = a_1 N_1$ ,  $A_2 = a_2 N_2$ , а затем разделить общее число отличников для двух ОУ на суммарное число обучаемых ( $N_1 + N_2$ ). То есть количество отличников  $a$  (измеряемое в процентах) для рассматриваемой ТС будет равно отношению суммарного числа отличников к суммарному числу обучаемых:  $a = (A_1 + A_2) / (N_1 + N_2) = (a_1 N_1 + a_2 N_2) / (N_1 + N_2)$ .

Таким образом, **показатели, вычисляемые как отношения (в том числе – измеряемые в процентах!) нельзя суммировать или рассчитывать их среднее арифметическое – для них следует использовать метод косвенных вычислений.**

Для иллюстрации этого предупреждения подставим в рассматриваемый пример числовые данные. Пусть  $N_1=200$  чел.,  $N_2=800$  чел.,  $a_1=1\%$ ,  $a_2=9\%$ , тогда  $a=7,4\%$ , что сильно (почти в полтора раза!) отличается от среднего арифметического показателей  $a_1$  и  $a_2$ , равного 5 %.

Методом суммирования агрегируются следующие показатели<sup>1</sup>: 1.2, 1.3, 1.4, 2.1-2.6, 2.11 (за исключением показателей, измеряемых в процентах), 3.1, 3.2, 4.1 (за исключением «площади» и «фондовооруженности»), 4.2 (за исключением показателей, измеряемых в процентах), 4.4, 4.5.

Методом косвенных вычислений агрегируются следующие показатели: 2.7-2.10, 2.12, 2.13, 4.1, 4.2 (показатели, измеряемые в процентах) и 4.3.

Результатом агрегирования (выполнения всех трех перечисленных выше этапов) является получение *интегрированной совокупности показателей* (то есть значений показателей для РС в целом с их детализацией по составляющим ее ТС и с их детализацией по ОУ, составляющим ТС), описывающих РС и условия ее функционирования. Отметим, что при построении интегрированной совокупности показателей необходимо учитывать структуру РС и процедуры агрегирования оснований (см. выше).

Пример одной из возможных форм представления<sup>2</sup> интегрированной совокупности показателей, соответствующей процедуре для оснований,

---

<sup>1</sup> Аддитивными являются все физические показатели – «штуки» (число людей, число ОУ, число единиц оборудования и т.д.), рубли. Показатели, вычисляемые как отношение более частных показателей (размерные – «плотность населения» (чел./км.<sup>2</sup>), «обеспеченность площадями» (м<sup>2</sup>/чел.), «фондовооруженность» (руб./чел.) и т.д. и безразмерные – например, проценты), не аддитивны – см. замечание, выделенное жирным шрифтом.

<sup>2</sup> Как отмечалось выше, для эффективного практического использования описываемой модели (в том числе – для эффективного использования предлагаемой

взятой из рисунка 11, приведен для показателя 2.3 «Численность учащихся» в таблице 4 (числа для ОУ взяты произвольно), причем взаимосвязь между показателями в таблице 4 определяется структурой РС (см. рисунок 9) и процедурой для основания «образовательная программа» – см. рисунок 10).

	РС в целом		
Группа образовательных программ №1	350		
Группа образовательных программ №2	100		
	<b>ТС<sub>1</sub></b>	<b>ТС<sub>2</sub></b>	
Группа образовательных программ 1.1	100	200	
Группа образовательных программ 1.2	50	0	
Группа образовательных программ 2.1	0	100	
	<b>ОУ<sub>1</sub></b>	<b>ОУ<sub>2</sub></b>	<b>ОУ<sub>3</sub></b>
Группа образовательных программ 1.1.1	100	0	0
Группа образовательных программ 1.1.2	0	150	0
Группа образовательных программ 1.1.3	0	50	0
Образовательная программа 1.2.1	50	0	0
Образовательная программа 2.1.1	0	0	50
Образовательная программа 2.1.2	0	0	50

*Таблица 4. Пример одной из возможных форм представления интегрированной совокупности показателей*

формы представления интегрированной совокупности показателей) целесообразно использование средств автоматизации обработки информации – электронных таблиц и т.д. (например, таблица 4 выполнена в Excel и позволяет осуществлять автоматическое агрегирование значений показателя «Численность учащихся (обучаемых по соответствующей образовательной программе)» для рассматриваемого примера).

## **Приложение 6. Методика анализа и прогноза состояния элемента РС**

Общая концепция оптимизации РС в рамках ее потоковой модели обсуждалась выше. Детализируем методику анализа для случая общей модели элемента РС, включающей потоковую модель как частный случай.

Имея информацию о состоянии всех элементов РС (см. набор показателей, перечисленных в Приложениях 1-4), необходимо оценить текущее состояние элемента РС и сделать прогноз будущего соответствия эффективности его функционирования целям развития региона и/или административно-территориального образования.

Рассмотрим следующий пример. Предположим для простоты, что в некотором ОУ – элементе РС – реализуются две образовательные программы, данные (фактические и прогнозные) для которых приведены в таблице 5<sup>1</sup> (см. структуру внешней, внутренней и общей моделей элемента РС в разделе 1), рассматриваются два периода и два вида ресурсов<sup>2</sup>.

Как отмечалось выше, для каждой из двух образовательных программ существуют шесть характеристик:

1. Прием фактический (человек);
2. Выпуск фактический (человек);
3. Прогноз приема (человек);
4. Прогноз выпуска (человек);
5. Прогноз спроса на образовательные услуги (человек);
6. Прогноз спроса на выпускников (человек).

Напомним, что в рамках потоковой модели использовался минимальный набор переменных:  $S$  - пропускная способность элемента РС (различий между выпуском и приемом не делалось),  $D_E$  - спрос на образовательные услуги (пятая характеристика),  $D_L$  - спрос на выпускников (шестая характеристика).

Введем показатели:  $N_j^i(t)$  – значение (число обучаемых)  $j$ -ой характеристики, соответствующее  $i$ -ой образовательной программе в периоде  $t$ ,  $R_k^{\text{ПП}}(t)$  – количество  $k$ -го ресурса в периоде  $t$  (то есть суммарное по всем образовательным программам, реализуемым в рассматриваемом ОУ, количество ресурса), *необходимое* для *прогнозируемых* количеств приема и выпуска обучаемых,  $R_k^{\text{ПФ}}(t)$  – количество  $k$ -го ресурса в

---

<sup>1</sup> Показатели потоковой модели выделены в таблице 6 жирным шрифтом.

<sup>2</sup> Структура таблицы 6 является универсальной, то есть не зависит от числа образовательных программ и числа периодов.

периоде  $t$ , то есть суммарное по всем образовательным программам, реализуемым в рассматриваемом ОУ, количество ресурса, *необходимое* для обеспечения *фактических* количеств приема и выпуска обучаемых,  $R_k^\Phi(t)$  – *фактическое* количество  $k$ -го ресурса в периоде  $t$ . Индексы изменяются:  $j$  – от 1 до 6,  $t$  – от 0 до  $T$ ,  $i$  – от 1 до числа образовательных программ, реализуемых в рассматриваемом ОУ,  $k$  – от 1 до числа ресурсов, включенных в описание внутренней модели элемента РС (см. Приложение 4).

Приведем **алгоритм анализа данных** таблицы 5:

1. Для каждого периода времени  $t$  и для каждой образовательной программы  $j$  необходимо провести попарное сравнение значений следующих показателей (основными являются пункты 1.2 и 1.3):

1.1.  $N_1^j(t)$  и  $N_2^j(t)$  ( $N_3^j(t)$  и  $N_4^j(t)$ ) позволяют судить о фактическом (прогнозируемом) отсеве;

1.2.  $N_1^j(t)$  и  $N_3^j(t)$  ( $N_3^j(t)$  и  $N_5^j(t)$ ) позволяют судить о том, насколько данный элемент РС удовлетворяет (будет удовлетворять) спрос на образовательные услуги;

1.3.  $N_2^j(t)$  и  $N_6^j(t)$  ( $N_4^j(t)$  и  $N_6^j(t)$ ) позволяют судить о том, насколько данный элемент РС удовлетворяет (будет удовлетворять) спрос на рабочую силу.

2. Для каждого периода времени  $t$  и для каждого ресурса  $k$  необходимо провести попарное сравнение значений следующих показателей:

2.1.  $R_k^{\text{ПП}}(t)$  и  $R_k^{\text{ПФ}}(t)$  – позволяют судить о том, какое количество ресурса потребуется дополнительно (или высвободится) при переходе от фактических к прогнозным значениям показателей приема и выпуска;

2.2.  $R_k^{\text{ПП}}(t)$  и  $R_k^\Phi(t)$  – позволяют судить о том, какое количество ресурса потребуется дополнительно (или высвободится) для обеспечения достижения прогнозных значений показателей приема и выпуска;

2.3.  $R_k^{\text{ПФ}}(t)$  и  $R_k^\Phi(t)$  – позволяют судить о том, насколько обеспечен данным ресурсом элемент РС в настоящее время (для фактических значений показателей приема и выпуска);

3. Для каждой образовательной программы  $j$  и для каждой характеристики  $i$ , а также для всех парных сравнений, перечисленных в пункте 1 настоящего алгоритма, необходимо провести анализ динамики (изменения во времени) соответствующих значений, причем анализ динамики про-

гнозных и фактических значений является основой оценки *качества прогноза* и представляет исходную информацию для контроля за функционированием элемента РС;

4. Для каждого ресурса  $k$ , а также для всех парных сравнений, перечисленных в пункте 2 настоящего алгоритма, необходимо провести анализ динамики (изменения во времени) соответствующих значений.

Показатель/период	0			1		
$S_1$  Образовательная программа 1  $D_1^E$ и $D_1^L$	Прием фактический (1) $N_1^1(0)$	Выпуск фактический (2) $N_2^1(0)$	Прием фактический (1) $N_1^1(1)$	Выпуск фактический (2) $N_2^1(1)$		
	Прогноз приема (3) $N_3^1(0)$	Прогноз выпуска (4) $N_4^1(0)$	Прогноз приема (3) $N_3^1(1)$	Прогноз выпуска (4) $N_4^1(1)$		
	Прогноз спроса на образов. услуги (5) $N_5^1(0)$	Прогноз спроса на выпускников (6) $N_6^1(0)$	Прогноз спроса на образов. услуги (5) $N_5^1(1)$	Прогноз спроса на выпускников (6) $N_6^1(1)$		
$S_2$  Образовательная программа 2  $D_2^E$ и $D_2^L$	Прием фактический (1) $N_1^2(0)$	Выпуск фактический (2) $N_2^2(0)$	Прием фактический (1) $N_1^2(1)$	Выпуск фактический (2) $N_2^2(1)$		
	Прогноз приема (3) $N_3^2(0)$	Прогноз выпуска (4) $N_4^2(0)$	Прогноз приема (3) $N_3^2(1)$	Прогноз выпуска (4) $N_4^2(1)$		
	Прогноз спроса на образов. услуги (5) $N_5^2(0)$	Прогноз спроса на выпускников (6) $N_6^2(0)$	Прогноз спроса на образов. услуги (5) $N_5^2(1)$	Прогноз спроса на выпускников (6) $N_6^2(1)$		
Ресурс 1 ( $R_1$ )	$R_1^{III}(0)$	$R_1^{II\Phi}(0)$	$R_1^{\Phi}(0)$	$R_1^{III}(1)$	$R_1^{II\Phi}(1)$	$R_1^{\Phi}(1)$
Ресурс 2 ( $R_2$ )	$R_2^{III}(0)$	$R_2^{II\Phi}(0)$	$R_2^{\Phi}(0)$	$R_2^{III}(1)$	$R_2^{II\Phi}(1)$	$R_2^{\Phi}(1)$

Таблица 5. Пример данных для оптимизации элемента РС

Имея информацию, приведенную в таблице 5, и умея анализировать состояние отдельного элемента РС (см. алгоритм, описанный выше), необходимо, во-первых, провести анализ состояния РС в целом, во-вторых – состояний ТС и, наконец, в-третьих – состояний отдельных ОУ. В соответствии с методикой агрегирования информации, приведенной в Прило-

жении 5 (в идеале, то есть в автоматизированной системе обработке информации, если таковая будет создана, каждая ячейка таблицы 4, приведенной в Приложении 5, должна представляться в том же детализированном виде, что и ячейки таблицы 5) переход к рассмотрению элементов более низкого уровня (от РС к ТС и от ТС к отдельным ОУ) происходит согласованно, то есть для каждого явления, наблюдаемого на некотором уровне иерархии, всегда можно идентифицировать («локализовать») его «причину», то есть явления, наблюдаемые на более низких уровнях иерархии и обуславливающие первое.

Например, если в агрегированной модели (таблице типа таблицы 5) для РС в целом наблюдается несоответствие (фактическое или прогнозируемое) между спросом на выпускников по некоторой образовательной программе и выпуском по этой программе, то всегда можно определить несоответствия между спросом и выпуском в ТС, приводящие к исходному. Для ТС, в свою очередь, могут быть выявлены несоответствия между спросом и выпуском на уровне отдельных ОУ.

Отметим, что, если на этапе анализа (см. прямые и обратные задачи управления в разделах 1-3) состояния РС рассмотрение ведется «сверху вниз» – от РС в целом к отдельным ОУ, то при решении задачи управления (то есть при локальной и тем более глобальной оптимизации) возможно как рассмотрение «сверху вниз», то есть детализация задач (см. методику комплексного оценивания в разделе 3)<sup>1</sup>, так и рассмотрение «снизу вверх», то есть проведение локальных (затрагивающих отдельные ОУ) мероприятий с последующим анализом изменений в функционировании РС в целом, к которым эти мероприятия приводят.

## **Приложение 7. Методика локальной оптимизации функционирования элемента РС**

В Приложении 6 описана методика анализа и прогноза состояния элемента РС, позволяющая выявить существующее или спрогнозировать будущее несоответствие его функционирования целям развития региона (административно-территориального образования) – «что будет, если все оставить как есть». В настоящем Приложении решается задача ситуаци-

---

<sup>1</sup> Такой подход является методологически более правильным, так как именно он позволяет комплексно представить цели управления. Использование же рассмотрения «снизу вверх» сводится, фактически, к печально известному принципу: «давайте что-нибудь сделаем, а потом (может быть) посмотрим – к чему это приведет».

онного (рефлексивного) управления и принятия оперативных управленческих решений по локальной оптимизации в рамках выявленного несоответствия функционирования элемента РС целям развития региона (административно-территориального образования).

Методика локальной оптимизации, описываемая ниже, включает следующие этапы. В соответствии с общей методологией оптимизации (см. выше) для решения задачи управления необходимо перечислить возможные управляющие воздействия, выделить среди них допустимые с точки зрения существующих ограничений, затем для определенного воздействия<sup>1</sup> определить его эффективность (как эффективность состояния управляемой системы, в котором она оказалась в результате реализации данного воздействия). Так как методика оценки состояния управляемой системы описана в Приложении 6, то для решения задачи локальной оптимизации следует перечислить возможные управляющие воздействия и описать методику определения их оптимальной допустимой комбинации.

#### Возможные управляющие воздействия.

Так как эффективность функционирования элемента РС определяется согласованием, удовлетворением и опережающим формированием спроса на образовательные услуги и выпускников, то такое понимание эффективности позволяет выделить следующие управляющие воздействия.

Существуют четыре общих группы управляющих воздействий (основания классификации – структура РС, набор образовательных программ для элемента РС и содержание образовательных программ для элемента РС, а также рефлексия системы относительно своей деятельности): *изменение структуры РС, изменение набора образовательных программ, изменение содержания образовательных программ и изменение системы управления образованием.*

---

<sup>1</sup> Напомним, что при локальной оптимизации рассматриваются результаты реализации определенных управляющих воздействий (но не всех возможных отдельных управляющих воздействий и их комбинаций, как это делается при глобальной оптимизации – см. выше).

Таким образом, можно выделить следующие управляющие воздействия.<sup>1</sup>

1. *Изменение структуры РС (создание новых ОУ (закрытие существующих ОУ), в том числе – объединение и разъединение ОУ, создание (закрытие) филиалов ОУ и т.д.);*

2. *Изменение набора образовательных программ (увеличение (уменьшение) набора вообще и в том числе по конкретным образовательным программам; открытие новых образовательных программ (закрытие старых) и т.д.);*

3. *Изменение содержания образовательных программ (в рамках существующих государственных стандартов) и образовательных технологий;*

4. *Изменение состава, структуры и функций системы управления образованием.*

Проверка допустимости управляющих воздействий.

Проверка допустимости управляющих воздействий заключается, во-первых, в проверке того, что они удовлетворяют существующим ограничениям, и, во-вторых, того, что в результате их реализации управляемая система окажется в допустимом состоянии. Предположим, что конечное состояние управляемой системы фиксировано, то есть цель управления задана. Например, из прогноза известно, что вырастет спрос на выпускников, прошедших обучение по некоторой образовательной программе. При этом возникают две задачи. Первая – *прямая задача управления* – определить допустимые управляющие воздействия, которые позволят максимально приблизиться к цели. Другими словами, не всегда при существующих ограничениях можно достичь поставленной цели (в примере - см. ниже - полностью удовлетворить возросший спрос). Вторая задача – *обратная задача управления* – заключается в определении минимального уровня ресурсов (ограничений на управление), которые необходимы для достижения поставленной цели (в примере – полного удовлетворения возросшего спроса).

---

<sup>1</sup> Следует отметить, что приводимые управляющие воздействия четко коррелируют с целями, на достижение которых они направлены (см. общий критерий эффективности функционирования РОС выше), поэтому управляющие воздействия, касающиеся финансового, кадрового, материально-технического и других видов ресурсного обеспечения (изменения которых часто декларируются как цели или как управляющие воздействия) являются вторичными (см. выше).

### Решение задачи локальной оптимизации.

Воспользуемся результатами анализа состояния элемента РС, полученными в результате применения методики, описанной в Приложении 6, то есть будем считать, что информация представлена в виде таблицы 5 и ее анализ уже проведен, то есть все существующие или прогнозируемые несоответствия между состоянием элемента РС и требованиями, предъявляемыми к нему, установлены<sup>1</sup>.

Предположим, что выявлено несоответствие между спросом на образовательные услуги и предложением образовательных услуг (приемом) по образовательной программе  $i^*$  в момент времени  $t^*$ .

**Задача управления** может формулироваться следующим образом<sup>2</sup> (см. также описание потоковой модели в разделе 1):

Задача 1. Полностью удовлетворить спрос  $N_5^{i^*}(t^*)$  на образовательные услуги с привлечением минимального количества ресурсов;

или

Задача 2. Максимально удовлетворить спрос  $N_5^{i^*}(t^*)$  на образовательные услуги в рамках существующих ресурсных ограничений.

Для решения задачи 1 используется следующий алгоритм:

1. Установить  $N_1^{i^*}(t^*) = N_5^{i^*}(t^*)$ ;
2. Рассмотреть все (или в рамках локальной оптимизации – некоторые – по усмотрению ЛПР) комбинации управляющих воздействий, перечисленных выше;
3. Для каждой комбинации управляющих воздействий, полученных в пункте 2 настоящего алгоритма, вычислить требуемые для этого ресурсы;
4. Выбрать комбинацию управляющих воздействий, требующую минимальное количество ресурсов.

---

<sup>1</sup> Кроме того, крайне желательно (по крайней мере на этапе создания соответствующей системы автоматизированной обработки информации), чтобы была установлена формальная взаимосвязь между значениями характеристик образовательных программ (стандартов и оценок качества - см. раздел 2), требуемыми для обеспечения этих значений ресурсами.

<sup>2</sup> При полном анализе РОС целесообразно совместное решение первой и второй задач с переменными ресурсными ограничениями (что составляет задачу глобальной оптимизации – см. выше).

Для решения задачи 2 используется следующий алгоритм:

1. Рассмотреть все (или в рамках локальной оптимизации – некоторые – по усмотрению ЛПР) комбинации управляющих воздействий, перечисленных выше;

2. Для каждой комбинации управляющих воздействий, полученных в пункте 1 настоящего алгоритма, вычислить требуемые для этого ресурсы;

3. Определить все допустимые с точки зрения существующих ресурсных ограничений комбинации управляющих воздействий;

4. Среди допустимых комбинаций управляющих воздействий, определенных в пункте 3 настоящего алгоритма, выбрать ту, которая позволяет максимально удовлетворить спрос (то есть ту, которая минимизирует разность  $|N_1^{i*}(t^*) - N_5^{i*}(t^*)|$ ).

Таким образом, рассмотрена методика локальной оптимизации функционирования конкретного элемента РС по одному из показателей<sup>1</sup>. Если требуется произвести оптимизацию сразу по нескольким показателям, то следует на их основе сформулировать единый показатель (см. также описание потоковой модели РС в разделе 1), для оптимизации значения которого применять приведенную выше методику.

## **Приложение 8. Расширенный набор показателей, описывающих РОС**

Приводимая ниже «расширенная система показателей» включает (как часть) показатели, приведенные в Приложениях 1-4 и используемые в методиках оптимизации, описанных в Приложениях 6 и 7, и предназначена для использования в автоматизированной информационной системе для мониторинга, прогноза и оптимизации функционирования РОС.

### **Показатели социально-экономической ситуации в регионе.**

Требуются значения в разрезе каждого города и района и в агрегированном (суммарном по административно-территориальным образованиям и региону в целом, то есть для ТС и РС) для каждого из годов выбранного временного горизонта и с разбивкой по ОУ (то есть включая фактические и прогнозные значения) следующих показателей (здесь и далее в скобках приводятся единицы измерения):

#### **1. Природно-климатические и экологические факторы:**

1.1. Площадь территории (км<sup>2</sup>);

---

<sup>1</sup> Иерархическая структура РС при этом учитывается за счет использования методики агрегирования информации, описанной в Приложении 5.

- 1.2. Протяженность границ (км);
- 1.3. Административная структура (дерево подчиненности);
- 1.4. Климатические характеристики (в свободном изложении);
- 1.5. Экологические характеристики (в свободном изложении);

## 2. Экономическая ситуация:

- 2.1. Структура экономики (% вклада отдельных отраслей в общий объем производимой продукции, структура предприятий (число предприятий различных видов, количество работающих на них человек и т.д.)) (в свободном изложении);
- 2.2. Среднедушевой доход (руб.);
- 2.3. Средняя заработная плата (с разбивкой отраслям и формам собственности) (руб.);
- 2.4. Удельный вес ассигнований на образование в расходной части федерального, регионального и местного бюджетов (%);
- 2.5. Ввод в эксплуатацию новых ОУ (шт.);
- 2.6. Группы образовательных программ<sup>1</sup> (список);
- 2.7. ВВП в промышленности на душу населения (руб./чел.);
- 2.8. ВВП в сельском хозяйстве на душу населения (руб./чел.);
- 2.9. ВВП, произведенный в сфере коммунальных услуг, на душу населения (руб./чел.);
- 2.10. Товарооборот на душу населения (руб./чел.);
- 2.11. Плотность автодорожной сети (отношение общей протяженности автодорог к корню квадратному из площади соответствующей территории);
- 2.12. Среднедушевое потребление электроэнергии (квт./(час×чел.)).

## 3. Социальная сфера:

- 3.1. Уровень преступности (преступлений/ед.населения в год, с разбивкой по возрастным и образовательным характеристикам);
- 3.2. Число несовершеннолетних, доставленных в ОВД (в % к общему числу несовершеннолетних);
- 3.3. Количество койкомест в больницах на 1000 человек (шт.);
- 3.4. Число студентов, окончивших ВУЗы на 1000 человек (чел. и %).

---

<sup>1</sup> Следует отметить, что для каждого элемента РС целесообразно использовать свою укрупненную (не более 20-30) номенклатуру образовательных программ или групп образовательных программ.

#### 4. Демографическая ситуация<sup>1</sup>:

4.1. Общие характеристики населения (численность (чел.), половозрастная структура (чел.), национальный состав (перечисление), плотность (чел./км<sup>2</sup>));

4.2. Баланс молодежи, лиц пенсионного возраста и трудоспособного населения с разбивкой по половозрастным группам и роду занятий (чел.);

4.3. Число обучающихся в ОУ различных уровней (чел.);

4.4. Уровень рождаемости (чел./год и %);

4.5. Уровень смертности (чел./год и %);

4.6. Средняя ожидаемая продолжительность жизни мужчин и женщин (лет.);

#### 5. Занятость населения:

5.1. Профессиональная квалификационная структура занятого населения (в том числе по каждой отрасли и всем формам собственности с разбивкой по половозрастным группам и образованию) (чел.);

5.2. Уровень безработицы (% к трудоспособному населению, с разбивкой по половозрастным группам и образованию);

5.3. Средняя продолжительность регистрируемой безработицы (дн.);

#### **Общая информация о структуре РОС.**

Необходима информация о структуре РОС (см. рисунок 1): перечисление ОУ и их территориального расположения, перечисление ТС и входящих в каждую ТС конкретных ОУ.

Помимо информации о структуре РОС, необходима количественная информация о ее элементах, то есть для **каждого** элемента РС требуются значения<sup>2</sup> для каждого из годов выбранного временного горизонта с разбивкой по образовательным программам следующих показателей:

1. Число ОУ (с разбивкой территориальному признаку и ведомственной принадлежности) (шт.);

2. Число работников ОУ:

2.1. Преподаватели (с разбивкой по образованию и стажу) (чел. и %);

2.2. Воспитатели (с разбивкой по образованию и стажу) (чел. и %);

2.3. Мастера п/о (с разбивкой по образованию и стажу) (чел. и %);

2.4. АУП (чел. и %);

---

<sup>1</sup> Для получения данного блока информации целесообразно воспользоваться государственной статистической отчетностью соответствующего подразделения службы занятости.

<sup>2</sup> Одним из источников информации может служить форма ведомственного государственного статистического наблюдения.

3. Численность учащихся (прием) с разбивкой по ОУ, в которых осваивались образовательные программы предыдущих уровней<sup>1</sup> (чел.);
4. Численность учащихся (обучение) (чел.);
5. Численность учащихся (выпуск) (чел.);
6. Число обучаемых по хоздоговорам (чел. и %);
7. Выполнение плана по приему (%);
8. Процент выпуска (%);
9. Коэффициент сменности обучения;
10. Иногородние учащиеся (чел. и %);
11. Успеваемость (на «4» и «5» (чел. и %));
12. Трудоустройство вообще (%) и трудоустройство по специальности (%);
13. Число учащихся из малообеспеченных, многодетных и неблагополучных семей (чел. и %);
14. Число выпускников, устроившихся на работу по специальности (чел. и %);
15. Число выпускников, продолживших обучение в ОУ более высокого уровня (чел. и %);
16. Зарботная плата (с разбивкой работников ОУ по образованию, среднему разряду оплаты труда, общему числу нагрузки, средней стоимости одного педчаса);
17. Количество групп (шт.);
18. Средняя наполняемость группы (чел.);
19. Количество правонарушений обучаемых (%).

#### **Информация для внешней модели элемента РС.**

Для каждого административно-территориального образования, которому принадлежит данный элемент РС, для каждого из годов выбранного временного горизонта необходима следующая информация (о внешних условиях функционирования элемента РС – см. таблицу 2 выше) для **каждого** уровня квалификации по **каждой** группе специальностей:

1. Показатели спроса на образовательные услуги (образовательные потребности молодежи и взрослого населения), то есть количественные характеристики спроса (с разбивкой на: молодежь, лица, проходящие переподготовку или повышающие свою квалификацию, и т.д.) (чел.);
2. Показатели спроса на выпускников (с разбивкой источников спроса на предприятия, учреждения и организации, в том числе - образова-

---

<sup>1</sup> Данный показатель чрезвычайно важен с точки зрения взаимосвязи между региональными сетями образовательных учреждений различных типов.

тельные учреждения, региона с учетом отраслевой принадлежности, подчиненности и форм собственности) (чел.).

### **Информация для внутренней модели элемента РС.**

1. Информация об институциональных ограничениях<sup>1</sup>.

2. Информация о ресурсных ограничениях<sup>2</sup>:

2.1. Материально-техническое обеспечение:

2.1.1. Обеспеченность учебными площадями и учебно-материальной базой (с разбивкой на: кабинеты по общеобразовательным и специальным предметам, оснащенные кабинеты вычислительной техники, лаборатории, учебно-производственные мастерские, полигоны, и т.д.; ПЭВМ, технические средства обучения с разбивкой: «всего имеется», «количество недостающих») (шт.) ; фактическая площадь на одного обучаемого (м<sup>2</sup>/чел.); фондовооруженность на одного обучаемого (руб./чел.);

2.1.2. Обеспеченность учащихся общежитием (число мест в общежитии, в том числе сколько из них занято под проживание учащихся) (шт.);

2.2. Финансовое обеспечение (за прошедшие периоды для каждого из пунктов приводятся три значения: «утверждено-выполнено-задолженность»)<sup>3</sup>:

2.2.1. Постоянные издержки:

2.2.1.1. Расходы на капитальное строительство;

2.2.1.2. Расходы на капитальный и текущий ремонт зданий и сооружений;

2.2.1.3. Оплата коммунальных услуг;

2.2.1.4. Оплата услуг связи и охраны;

2.2.1.5. Оплата прочих услуг по содержанию зданий и сооружений;

2.2.2. Переменные издержки:

---

<sup>1</sup> Деятельность элемента РС определяется Законом РФ об образовании, государственными документами, вытекающими из Закона РФ об образовании, нормативно-правовыми документами федерального и регионального значения, а также собственной документацией внутреннего пользования. Следует принимать во внимание два требования. Во-первых, элементы РС должны быть информированы об институциональных ограничениях их деятельности. Существенную роль в этом могут играть элементы РС более высокого уровня (см. также «информационное обеспечение»). Во вторых, на этапе оптимизации РС при генерации и оценке альтернатив предлагаемые варианты реформирования, естественно, должны удовлетворять институциональным ограничениям.

<sup>2</sup> Информация о кадровом обеспечении учитывается в разделе "Общая информация о структуре РС".

<sup>3</sup> Все финансовые показатели измеряются в рублях.

- 2.2.2.1. Расходы на оплату труда персонала ОУ;
  - 2.2.2.2. Расходы на приобретение оборудования и предметов длительного пользования;
  - 2.2.2.3. Расходы на эксплуатацию, капитальный и текущий ремонт оборудования;
  - 2.2.2.4. Расходы на приобретение предметов снабжения и расходных материалов для учебных целей;
  - 2.2.2.5. Командировочные расходы;
  - 2.2.2.6. Оплата транспортных услуг;
  - 2.2.2.7. Оплата услуг научно-исследовательских организаций и опытно-экспериментальных производств;
  - 2.2.2.8. Расходы на стипендии;
  - 2.2.2.9. Расходы на питание обучаемых;
  - 2.2.2.10. Расходы на спецодежду;
  - 2.2.2.11. Расходы на содержание общежития;
  - 2.2.2.12. Расходы на проезд к месту учебы;
  - 2.2.2.13. Компенсационные выплаты и ссуды;
  - 2.2.2.14. Расходы на медицинское, культурное и досуговое обслуживание.
- 2.3. Научно-методическое и информационное обеспечение:
- 2.3.1. Обеспеченность учебной документацией (в % от требуемого);
  - 2.3.2. Обеспеченность учебниками (в % от требуемого);
  - 2.3.3. Обеспеченность педагогическими программными средствами;
  - 2.3.4. Наличие доступ к специализированным банкам и базам знаний (включая подключение к Internet) (достаточная/недостаточная);
  - 2.3.5. Информация об опыте функционирования других элементов РС данного и других регионов (да/нет).
- 2.4. Нормативно-правовое обеспечение
- 2.4.1. Наличие необходимой документации внутреннего пользования (устава, правил внутреннего распорядка, должностных обязанностей, положений об аттестации и т.д.) (да/нет);
  - 2.4.2. Наличие лицензий и других разрешительных документов (да/нет).

## **Литература**

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтег, 1997.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Модели и механизмы теории активных систем в управлении качеством подготовки специалистов. М.: Исследовательский центр проблем управления качеством подготовки специалистов (ИЦ), 1998.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999.
4. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: человек, стратегия, организация, процесс. М.: Изд-во МГУ, 1996.
5. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: СПбГТУ, 1999.
6. Воропаев В.И. Управление проектами в России. М.: Аланс, 1995.
7. Закон Российской Федерации "Об образовании".
8. Зиннуров У.Г., Гузаиров М.Б. Оценка затрат на подготовку специалистов в зависимости от квалификационных требований к выпускнику. М.: ИЦ, 1991.
9. Золотарев В.Б. Эффективность деятельности органов управления начальным профессиональным образованием в регионе. А/р диссертации на соиск. уч. ст. к.п.н. Москва, 1999.
10. Концепция и комплексная программа реформы профессионального образования в республике Бурятия. Улан-Удэ, 1994.
11. Кочиева Т.Б., Новиков Д.А. Базовые системы стимулирования. М.: "Апостроф", 2000.
12. Кузьмицкий А.А., Новиков Д.А. Организационные механизмы управления развитием приоритетных направлений науки и техники. М.: ИПУ РАН, 1993.
13. Либерзон В.И. Основы управления проектами. М.: Нефтяник, 1997.
14. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент, 1996.
15. Литвинова Н.П. и др. Маркетинг образовательных услуг. С.-Пб., 1997.
16. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1998.
17. Мигаль В.И. Научно-педагогические основы моделирования региональной системы начального профессионального образования. А/р диссертации на соиск. уч. ст. к.п.н. Москва, 1999.
18. Никитин М.В. Практический маркетинг в микроэкономике учреждения профессионального образования. М.: «БУК лтд», 1999.
19. Новиков А.М. Научно-экспериментальная работа в образовательном учреждении. М.: АПО РАО, 1998.
20. Новиков А.М. Российское образование в новой эпохе. М.: Эгвес, 2000.
21. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения. М.: ИПУ РАН, 1998.
22. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. М.: Фонд «Проблемы управления», 1999.

23. Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем. М.: ИПУ РАН, 2001.
24. Новиков Д.А. Стимулирование в социально-экономических системах. М.: ИПУ РАН, 1998.
25. Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы стимулирования в многоэлементных организационных системах. М.: ИПУ РАН, 2000.
26. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979.
27. Основы профессиональной педагогики. М.: Высшая школа, 1977.
28. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989.
29. Плотинский Ю.М. Теоретические и эмпирические модели социальных процессов. М.: Логос, 1998.
30. Попова М.И. Экономические методы управления системой регионального образования. С.-Пб.: Специальная литература, 1998.
31. Программа развития образования в Мурманской области. Мурманск, 1994.
32. Программа развития системы профессионального образования Ханты-Мансийского АО на период до 2005 г. Тюмень, 1997.
33. Программа «Стабилизация и развитие образования Красноярского края на 2000-2003 гг.». Красноярск, 2000.
34. Проект модели учебного заведения начального профессионального образования. С.-Пб.: Российский лицей традиционной культуры, 1999.
35. Профтехобразование России: итоги XX века и прогнозы. М.: ИРПО, 1999.
36. Селезнева Н.А., Татур Ю.Г. Проектирование квалификационных требований к специалистам с высшим образованием. М.: ИЦ, 1991.
37. Система профессионального образования в Российской Федерации. Национальный доклад. М.: Национальная обсерватория профессионального образования, 1998.
38. Сладкова Н.М. Система управления образовательными проектами в регионе. А/р диссертации на соиск. уч. ст. к.п.н. Москва, 1999.
39. Статистические данные по системе образования. М.: Минобрнауки РФ, 1999.
40. Субетто А.И. Введение в квалиметрию высшей школы. Части I-IV. М.: ИЦ, 1991.
41. Таюрский А.И. Подготовка кадров для экономики переходного периода (на примере Красноярского края). Красноярск, 1998.
42. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: Синтег, 1998.
43. Управление проектами. Под общей редакцией В.Д. Шапиро. СПб.: 1996.
44. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Изд-во иностранной литературы. 1959.