

И.Э. Веденяпин, кандидат технических наук, доцент НОУ «Современный гуманитарный университет» (Уфимский филиал)

К ВОПРОСУ О ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ

Как известно, задача оптимального управления является составной частью теории экстремальных задач – задач определения предельных (максимальных и минимальных) значений. Постановка любой задачи управления включает определение ряда факторов, из которых нам представляются наиболее важными следующие:

- математическая модель объекта;
- цель управления;
- различного рода ограничения, накладываемые на траекторию «движения» системы;
- управляющие воздействия.

При рассмотрении данных факторов следует учесть, что на различных уровнях иерархической структуры вуза каждый из них будет иметь свое собственное смысловое содержание. Это, в свою очередь, зависит от принятого количества уровней иерархии. Здесь не существует единого устоявшегося подхода к количеству уровней управления вузом. Так, например, в работе [1] предлагается трехуровневая иерархическая структура: ректор → проректоры → руководители подразделений. В то же время в работе [2] автор рассматривает 5 уровней иерархии (рис. 1): ректор → проректоры → деканы и руководители служб ! заведующие кафедрами и руководители подразделений служб ! заведующие кафедральными подразделениями и лабораториями. Но поскольку вопрос иерархического структурирования не является предметом рассмотрения, оставляем его за рамками данной статьи.

Прежде чем перейти к рассмотрению вышеуказанных факторов, разберем еще один вопрос – правомерно ли будет представлять вуз как производство либо производственно-экономическую систему (далее – ПЭС)?

Моделирование вуза как производственно-экономической системы. Как известно, ПЭС представляет собой большую организационную систему, предназначенную для переработки определенных ресурсов в конкретный продукт требуемого уровня качества, служащий для удовлетворения потребностей общества. При этом сам процесс производства (точнее, само производство) рассматривается как совокупность множества взаимосвязанных технологических процессов, управляемых человеком (опосредованно – с использованием различного рода машин, агрегатов и т.д.). В системе управления производством конечный продукт исследуется с точки зрения его рыночной потребности и, в конечном итоге, получения прибыли от его реализации.

Среди наиболее важных аспектов проблематики исследования ПЭС как класса организационных систем для нас наиболее интересным является управленческий.

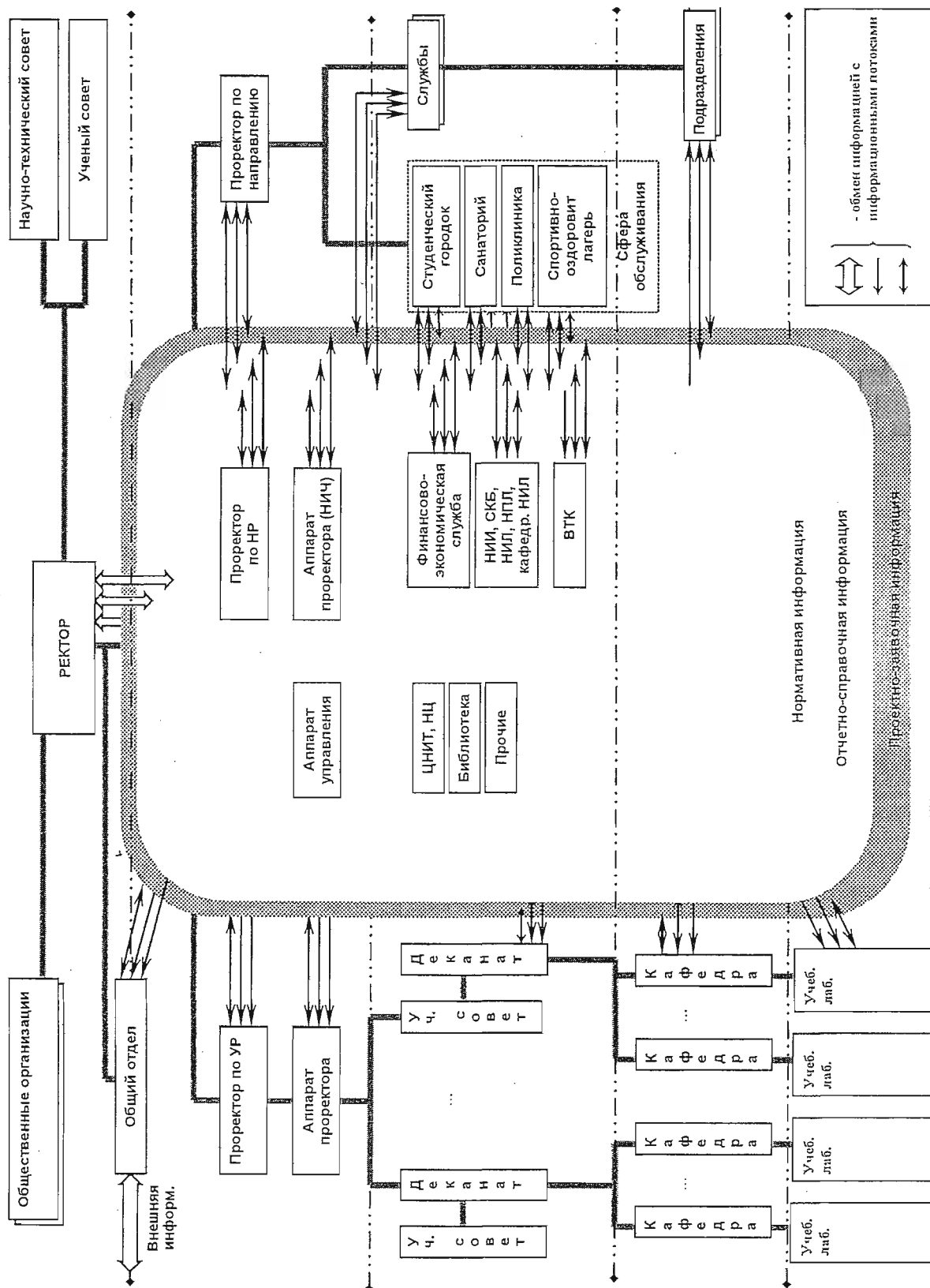


Рис. 1. Иерархическая структура типового вуза

Как известно, перед любым предприятием, вне зависимости от отраслевой принадлежности и формы собственности, стоит проблема решения следующих основных задач:

- определение номенклатуры и объема выпуска продукции;
- организация производства продукции требуемого уровня качества;
- доведение произведенной продукции до конечного пользователя;
- проектирование и разработка новых видов продукции.

Таким образом, мы можем определить ПЭС как большую сложную организационную систему, включающую планирование, производство и реализацию продукции, характеризуемую большим числом константных и переменных параметров, сильной их взаимосвязью, строгой иерархичностью организационной структуры, наличием прямых и обратных информационных и материальных связей, нелинейным и нестационарным характером функционирования.

С учетом всего вышеизложенного процесс подготовки квалифицированного специалиста в высшем учебном заведении (и не только в вузе) можно представить как производственный процесс изготовления конечного продукта (*квалифицированный специалист-выпускник*) из прошедшего предварительную обработку (*школа, специализированный лицей или техникум, подготовительные курсы и т.д.*) и всеохватывающий первичный контроль качества (*тестирование, вступительные экзамены*) сырья (*только что зачисленный студент*) с использованием различного рода обеспечения (в том числе учебно-методического обеспечения), затратой трудовых (ПС, УВП и др.), финансовых, материальных и иного вида ресурсов, с дополнительной переработкой части отходов (восстановившиеся студенты, вернувшиеся из академического отпуска, переведенные и др.) и возвратом их в производственный процесс.

Согласно приведенной в [3] функциональной схеме ПЭС может быть подразделена (декомпозирована) на следующие модули (или, по терминологии авторов, модели):

- модель формирования затрат;
- модель управления затратами;

- модель реализации продукции на рынке;

- модель определения прибыли.

Рассматривая вуз как ПЭС и проведя соответствующую реструктуризацию и декомпозицию вышеуказанной схемы, принимаемой за исходную, получаем функциональную схему (рис. 1) системы управления производством и реализацией продукции, состоящую из следующих модулей:

1. Модуль планирования (прогнозирование) выпуска продукции.

Входными параметрами являются результаты анализа рынка и контроля качества конечной продукции. Также входным параметром будет являться общественное предпочтение, представление общества о престижности той или иной профессии. Такая дуалистичность представляется обоснованной ввиду большей инерционности общественного мнения.

2. Модуль подготовки и организации технологического процесса.

На данном этапе (в данном модуле) производится расчет требуемого количества различного рода ресурсов, определяются и выполняются мероприятия по созданию и приобретению недостающих ресурсов. При этом необходимо учитывать, что могут существовать ограничения по количественному и качественному составу имеющихся и требуемых ресурсов.

3. Модуль подготовки сырья и входного контроля.

В этом модуле рассматривается обучение части поступающих абитуриентов в лицее, на дополнительных или подготовительных курсах и т.д. Также необходимо иметь в виду, что тестирование и приемные экзамены (первичный контроль качества) проходят не все абитуриенты.

4. Модуль производства продукции.

Поскольку этот модуль и часть последующего (а именно блок «Текущий контроль (сессия)») являются постоянно повторяющимися в течение всего технологического цикла (своего рода технологические подциклы), может быть, имеет смысл объединить их в единый модуль.

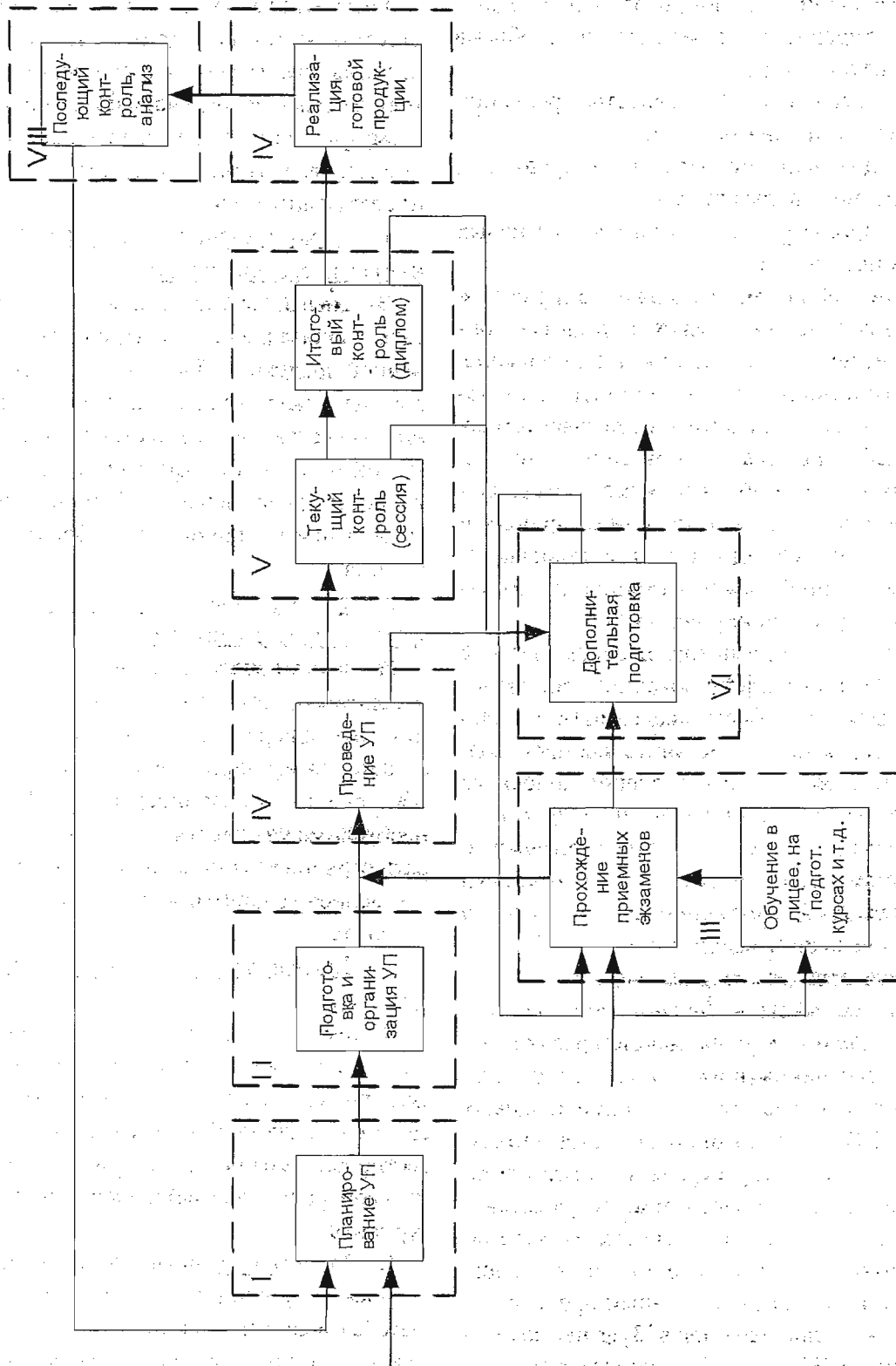


Рис. 2. Обобщенная функциональная схема управления вузом как ЦЭС

5. Модуль текущего и итогового контроля.

Прохождение сессии, выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

6. Модуль переработки отходов.

В этом модуле применяется понятие двух видов отходов: отходы 1 рода и отходы 2 рода. К отходам 1 рода, подлежащим переработке, относятся не поступившие, но надеющиеся поступить впоследствии абитуриенты: отчисленные, но предполагающие восстановиться студенты; студенты, находящиеся в академическом отпуске, и т.д. К отходам 2 рода, не подлежащим переработке, относятся решившие не поступать больше в данный вуз абитуриенты и отчисленные студенты, решившие больше не восстанавливаться. Сам модуль можно считать частично условно существующим, поскольку не вся совокупность отходов 1 рода проходит дополнительную обработку.

7. Модуль сбыта продукции.

Данный модуль также можно считать условно существующим, поскольку на данный момент времени организационная структура вуза не предусматривает наличия соответствующего подразделения. Вся проводимая в данном направлении деятельность вузов является лишь их частной, нормативно не закрепленной инициативой.

8. Модуль контроля качества.

В данном модуле должны рассматриваться два метода контроля:

- по какой-либо системе показателей, общепринятой или самостоятельно разработанной. В качестве примера можно привести принятую в Министерстве образования РФ в качестве стандартной формы определения рейтинга вузов – форму ЗНК;

- по степени (процентному отношению) трудоустройства выпускников по специальности, полученной в вузе или родственной. Здесь также необходимо учитывать скорость трудоустройства – временной промежуток между окончанием вуза и моментом трудоустройства на работу по полученной специальности.

Таким образом, исходя из всего изложенного можно констатировать, что мы имеем полное право рассматривать вуз как производственно-экономическую систему, то есть как большую организационную систему, предназначенную для переработки определенных

ресурсов в конкретный продукт требуемого уровня качества, служащий для удовлетворения потребностей общества.

Теперь вернемся к подробному рассмотрению факторов, определяемых при постановке задачи управления.

Математическая модель объекта.

Как правило, математические модели производственно-экономических систем (а как мы уже установили, есть все основания рассматривать вуз именно как производственно-экономическую систему) принято рассматривать как системы с неполной информацией, поскольку развитие (или траектория «движения») данного класса систем происходит при наличии возмущающих воздействий различного характера и природы, частично или полностью априорно известных. Но поскольку мы учтем наличие таких воздействий при определении целей управления, то здесь будем рассматривать вуз как систему с полной информацией.

Учитывая, что задача оптимального управления в своей постановке очень близка к классической задаче Лагранжа [4], рассмотрим частный случай задачи Лагранжа

$$J[x] = \int_{t_1}^{t_2} f^0(t, x, \dot{x}) dt \rightarrow \min, \\ x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (1)$$

$$g_i(t, x, \dot{x}) = 0, i = \overline{1, n} (n < m),$$

когда дифференциальные уравнения (1) решены относительно производных:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = f^1(t, x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_m) \\ \dots\dots\dots \\ \dot{x}_n = f^n(t, x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_m). \end{cases} \quad (2)$$

Переменные x_1, x_2, \dots, x_n , соответствующие производным в левой части (2), будем рассматривать как фазовые переменные, x_{n+1}, \dots, x_m – как переменные управления. Переменные управления принято обозначать через u , то есть $u_j, j = \overline{1, p}$, где $p = m - n$. С учетом изложенного можем переписать (2) в следующем виде:

$$\dot{x} = f(t, x, u), \quad (3)$$

где $u \in R^n$ – вектор управления (или просто управление);

$x \in R^n$ – фазовый вектор состояния системы;

R^n – евклидово пространство размерности n (фазовое пространство системы).

Таким образом, мы получили общий вид зависимости, показывающей, что характер процессов, происходящих при изменении системой своего состояния, определяется скоростью изменения состояния объекта \dot{x} , которая представляет собой многомерную величину, описываемую n дифференциальными уравнениями первого порядка.

Для управляемых систем скорость изменения параметров объекта управления зависит от сигналов управления и факторов воздействия среды.

$$\dot{x} = f_i(t, x, s), \quad x_i(0) = C_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где: $x = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$ – фазовые переменные объекта;

$u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ – сигналы управления;

$s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ – факторы воздействия среды;

C_i – характеристики начального состояния объекта управления.

В этом случае решением задачи оптимального управления является нахождение r управляющих переменных как функций от времени t в определенном интервале, минимизирующих заданный критерий:

$$u = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_r(t)\}. \quad (5)$$

В то же время понятие «оптимизация» в общем случае имеет двойкий характер [5]:

- оптимизация как процесс нахождения экстремума функции, т.е. выбор наилучшего варианта из возможных, процесс выработки оптимальных решений. Иначе говоря, оптимизация – это факт выработки и принятия оптимального (с точки зрения установленных требований) решения.

- оптимизация – процесс приведения системы в оптимальное состояние, т.е. перевод

системы от существующего к искомому оптимальному состоянию.

Тогда в нашем случае мы имеем следующее определение понятия задачи оптимального управления:

задача оптимального управления – это задача нахождения таких условий проведения технологического процесса обучения (не нужно забывать: мы ведем речь об организации и проведении учебного процесса в вузе), при которых критерий (или критерии) оптимизации будет достигать экстремального (минимального или максимального) значения.

Следовательно, целевая функция Z , являющаяся выражением критерия оптимизации (или критерия эффективности), может быть выражена следующим образом:

$$Z = F(u_1, u_2, \dots, u_k, u_1^*, u_2^*, \dots, u_l^*, s_1, s_2, \dots, s_n), \quad k+l=n, \quad (6)$$

где: u_1, u_2, \dots, u_k – k – мерный вектор управляющих воздействий, не изменяемых в продолжение одного технологического цикла обучения.

$u_1^*, u_2^*, \dots, u_l^*$ – l – мерный вектор управляющих воздействий, изменяемых – в предположении наличия обратной связи – в продолжение одного технологического цикла обучения.

s_1, s_2, \dots, s_n – мерный вектор факторов воздействия окружающей среды.

Определим понятие «технологический цикл обучения». **Технологическим циклом обучения** будем называть законченный этап процесса обучения, в течение которого обучаемый получает объем знаний по предмету (или предметам), определенный государственным образовательным стандартом, включающий в себя различные виды аудиторных и внеаудиторных занятий и различного рода промежуточные текущие аттестации. Технологический цикл считается законченным, когда обучаемый успешно проходит итоговый контроль по предмету (предметам), составляющему основу цикла.

Возвращаясь к ранее сказанному, скорректируем задачу стабильного управления следующим образом: найти переменные

$u_1, u_2, \dots, u_k, u_1^*, u_2^*, \dots, u_l^*$, удовлетворяющие системе уравнений (неравенств):

$$f(u_1, u_2, \dots, u_k, u_1^*, u_2^*, \dots, u_l^*) \leq b_i, \quad (7)$$

$$i = \overline{1, n}, k + l = n$$

и обращающие в минимум (максимум) целевую функцию

$$Z = F(u_1, u_2, \dots, u_k, u_1^*, u_2^*, \dots, u_l^*, s_1, s_2, \dots, s_n) \rightarrow \min(\max). \quad (8)$$

Цель управления

Целью существования и функционирования любой ПЭС является получение максимально возможной прибыли. Здесь проявляется самое основное различие между вузом и любым производственным предприятием, поскольку основной целью вуза является обеспечение требуемого (как правило, максимально более высокого) качества образования, обеспечение выпуска специалистов высокого класса для решения задач народного хозяйства.

Получение прибыли, а вернее – экономической выгоды (то есть превышения доходов над расходами) не является главной целью, но в рыночных условиях становится фактором, влияющим на качество принимаемых управленческих решений, играющим во многих ситуациях ограничительную роль. Отсюда возникает еще одна цель управления вузом – оптимизация издержек, позволяющая получить максимальную прибыль. Во многих случаях она становится важнейшим источником развития вуза, обеспечения качества образовательных услуг на современной инновационной основе. Управление вузом должно учитывать множество факторов, влияющих на издержки, на качество и, в конечном итоге, на прибыль.

Система управления вузом должна обеспечивать принятие стратегических и оперативных управленческих решений. Для построения системы управления вузом необходимо определить цель его развития (миссию), стратегические приоритетные цели, структуру управления, состав рекомендуемых структурных звеньев. Такая система позволит решить следующие задачи:

- повысить качество предоставляемых образовательных услуг;

- облегчить и ускорить адаптацию вуза к изменениям во внешней среде;
- оптимизировать направление вложенных финансовых средств;
- оптимизировать источники финансирования.

Для определения качества предоставляемых образовательных услуг чаще всего принято использовать критериальную оценку вуза.

Общая форма записи интегрального критерия вуза I имеет вид:

$$I = f(\alpha_1 I_1, \alpha_2 I_2, \dots, \alpha_n I_n), \quad (9)$$

где: I_1, I_2, \dots, I_n – принятые критерии оценки;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – весовые коэффициенты соответствующих критериев.

Хотя наличествуют различные рейтинговые и балльные методики, все равно существует проблема разработки системы критериев, охватывающих все сферы деятельности вуза. Однако следует учитывать, что в силу дуалистичной направленности образовательного процесса необходимо иметь также две критериальные системы:

- для оценки вуза как школы специалистов-практиков;
- для оценки вуза как школы научных работников.

Таким образом, формулу (9) можно представить в следующем виде:

$$I = f(\alpha_1 I_1^p, \alpha_2 I_2^p, \dots, \alpha_n I_n^p, \beta_1 I_1^s, \beta_2 I_2^s, \dots, \beta_m I_m^s), \quad (10)$$

где: I_1^p, \dots, I_n^p – критерии оценки вуза как школы практиков;

I_1^s, \dots, I_m^s – критерии оценки вуза как школы научных работников;

$\alpha_1, \dots, \alpha_n, \beta_1, \dots, \beta_m$ – весовые коэффициенты соответствующих критериальных показателей.

При этом необходимо иметь в виду, что зависимость (10) будет иметь место только в том случае, если мы рассматриваем единый критерий оценки деятельности вуза. Однако представляется, что более обоснованным будет его оценка по двум рейтинговым системам (как вариант – в дополнение к единому).

В качестве примера для доказательства выдвинутых положений рассмотрим следующие системы критериев:

I. Рейтинг по методике Министерства образования РФ (сейчас ФАО – Федеральное агентство по образованию) [6];

II. Балльная методика журнала «Карьера» [7];

III. Рейтинговая оценка факультетов информатики (на примере Германии) [8].

Рейтинг по методике Министерства образования РФ.

Базируется на 44 показателях, отображающих практическую деятельность вуза и разбитых на две группы, ориентированных на расчет рейтинга потенциала вуза и рейтинга активности вуза. Эти группы в свою очередь подразделяются на три подгруппы:

- Рейтинг потенциала вуза:
 - интеллектуальный потенциал вуза;
 - материально-техническая база вуза;
 - социально-культурная база вуза;
- Рейтинг активности вуза:
 - подготовка кадров;
 - объем научных исследований и изданий;
 - международные связи вуза.

Минусом данной методики является то, что она ориентирована в основном на оценку качества обучения и потенциала вуза и поэтому в ней отсутствуют оценки качества подготовки выпускников, определяемые по результатам итоговой аттестации выпускников и опроса работодателей.

Балльная методика журнала «Карьера».

Методика предназначена для составления рейтинга бизнес-школ и состоит в следующем. Сперва определяется потенциал вуза по 9 формальным показателям (со шкалой оценок от 1 до 10):

- количество аккредитованных образовательных программ;
- количество выпусков слушателей;
- число студентов на 1 преподавателя;
- процент дипломированных преподавателей (кандидатов и докторов наук);
- количество обязательных дисциплин сверх обусловленной программы;
- количество дисциплин по выбору слушателей;
- библиотечный фонд;
- количество компьютеров;

- возможность получения международного диплома.

Затем определялись результаты обучения по данным опроса выпускников Институтом стратегического анализа и развития предпринимательства по 11 показателям. Итоговый рейтинг определяется как сумма баллов потенциальных возможностей учебного заведения и результатов обучения выпускников.

Рейтинговая оценка факультетов информатики (на примере Германии).

Рейтинги факультетов информатики определялись по результатам опроса работодателей, дававшим оценку факультетам по следующим критериям:

а) Участие профессуры в преподавательской деятельности. Если принять во внимание, что в Германии отсутствует подобное российскому деление на «кандидатов наук» и «докторов наук», то этому критерию можно поставить в соответствие такой показатель, как «Процент ППС с учеными степенями и званиями»;

б) Качество теоретической подготовки. Здесь оценивалась методика обучения, ее соответствие современному уровню науки и техники, etc;

с) Связь с практикой. В этом случае оценивалось представление студентов об их будущей специальности, области сотрудничества вузов и предприятий (среди которых подавляющее большинство – 84,8% – назвали производственную практику) и т.д.;

д) Интернациональность образования. Здесь оценивались международные связи образовательных учреждений, численность приглашенных из-за рубежа профессоров и преподавателей, набор иностранных языков.

Представляется невозможным найти в рейтингах Министерства образования (сейчас – ФАО) и журнала «Карьера» критерии, соответствующие критериям с) и д) из данной методики.

В то же время следует отметить, что в российских вузах применяются свои рейтинговые методики, содержащие критерии, оценивающие качество конечного продукта – выпускника вуза. Так, например, в ПетрГУ [9] применяется – в рамках интегрированной аналитической информационной системы –

система признаков и показателей для оценки качества обучения, содержащая такие признаки, как «Продолжительность работы по специальности», «Продвижение по служебной лестнице» и «Отзывы выпускников и организаций о качестве подготовки специалистов».

Разработка критериев оценки практической подготовки выпускников позволит произвести градацию вузов по их направленности: как школы практиков или как школы научных работников. А это, учитывая недостаточный уровень государственного финансирования высшей школы как чисто научного учреждения и интеграцию высшей школы РФ в мировую образовательную систему, будет иметь большое значение при распределении бюджетных средств между различными вузами.

Возвращаясь к зависимости (10), отметим, что критерии имеют разное смысловое содержание и разные диапазоны изменений. Для приведения этих критериев к единой базе, необходимо произвести нормализацию критериев при управляющем воздействии и по следующей формуле:

$$v_l[u] = \frac{I_l[u] - I_{l\min}}{I_{l\max} - I_{l\min}}, l = \overline{1, m+n}, \quad (11)$$

где: $v_l[u]$ – нормализованное значение l -го критерия;

$I_{l\min}$ – минимальное значение l -го критерия, достигаемое при управляющем воздействии $u_{l\min}$ в результате решения задачи однокритериальной стабилизации при элиминации остальных критериев.

$I_{l\max}$ $I_{l\max}$ – максимальное значение l -го критерия, достигаемое при тех же условиях.

Ограничения.

Возвращаясь к пространству фазовых переменных R^n , имеем, что в нем существует некоторое множество S , являющееся совокупностью всех фазовых состояний системы, в которых ей разрешается находиться. Тогда при «движении» объекта его состояние $x(t)$ в каждый момент времени t должно подчиняться следующему условию.

$$x(t) \in S \subset R^n. \quad (12)$$

Кроме того, множество S служит также для выражения управляющих воздействий при

необходимости противодействия (парирования) априорно неизвестных управляющих воздействий.

В рассматриваемом случае ограничениями являются:

- количество аккредитованных образовательных программ;
- количественный и качественный состав ППС;
- количество учебных площадей;
- количество учебного, научного и учебно-научного оборудования;
- обеспеченность объектами социально-бытового назначения и т.д.

Основой для определения ограничений служат в первую очередь нормативно-законодательные акты по лицензированию и аккредитации вузов, определяющие минимально необходимые нормы обеспеченности.

Управляющие воздействия.

Как мы уже ранее говорили, основная цель существования любого экономического объекта – получение максимальной прибыли. В условиях обычного производства это достигается двумя основными способами:

- увеличением лимитирующих ресурсов;
- уменьшением затрат на производство единицы продукции.

Однако, учитывая, что очень большую роль в выборе абитуриентом вуза играет общественное предпочтение и положение вуза на рынке образовательных услуг, определяемое с помощью различных рейтинговых систем, появляется еще один путь повышения итогового рейтинга вуза, ведущий в конечном итоге к увеличению прибыли. Этот путь заключается в увеличении общего рейтинга вуза посредством увеличения вклада каждого факультета и каждой кафедры за счет показателей, впрямую не относящихся ни к одному из двух ранее указанных способов. Это в первую очередь относится к показателям интеллектуального потенциала – «Число докторов наук, имеющих звание профессора», «Число членов Российской академии наук» и т.д.

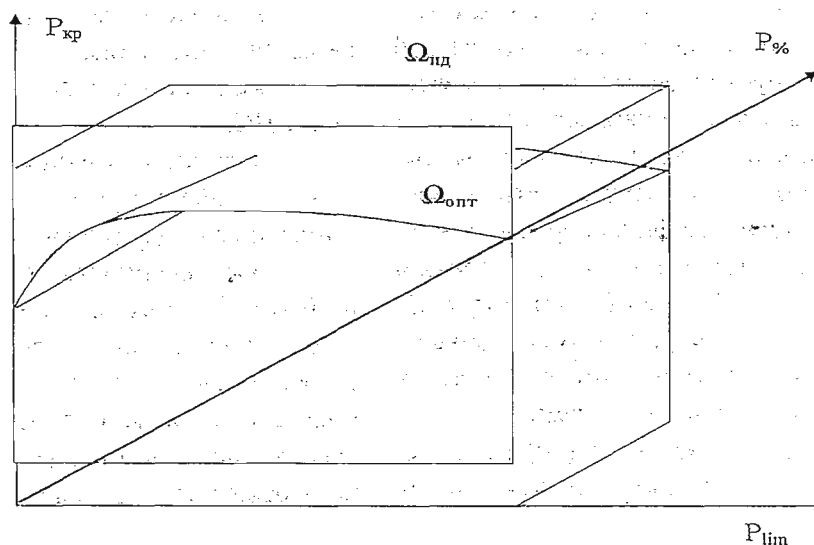
Графическая визуализация постановки задачи

Суммируя всё вышесказанное, можно представить следующую графическую интерпретацию задачи оптимального управления.

Пусть имеется евклидово пространство со следующими осями координат:

- $P_{кр}$ – показатели (критерии) качества;
- P_{Lim} – виды ограничений (лимитирующие ресурсы);

• $P_{\%}$ – значения критериев качества и лимитирующих ресурсов, выраженные в %-м отношении.



В этом пространстве можно построить гиперкуб, представляющий собой множество фазовых состояний системы. При наложении некоторых начальных условий (например, значение всех критериев качества должно быть не менее 75%), часть гиперкуба, удовлетворяющую этим условиям, можно считать Парето-оптимальным множеством состояний системы Ω ,

а верхнюю грань гиперкуба – идеальным множеством Парето состояний системы $\Omega_{ид}$.

Тогда задача оптимального управления может быть сформулирована следующим образом: найти поверхность $\Omega_{ид}$, представляющую собой подмножество множества Парето, как можно более близко приближающуюся к идеальному множеству Парето $\Omega_{ид}$.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Зайнашев Н. К. Об одном конструктивном методе построения системы управления высшего учебного заведения // Технологии и организация обучения. Уфа: УГАТУ, 2005. С. 30–38.
- 2) Веденяпин И. Э. Унификация и оценка качества методов построения программного обеспечения информационной системы (на примере вуза): Дисс канд. техн. наук. Уфа, 2003. 197 с.
- 3) Ильясов Б.Г., Исмагилова Л.А., Валева Р.Г. Моделирование производственно-рыночных систем. Уфа: Изд. УГАТУ, 1995. 321 с.
- 4) Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувькин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление: Учеб. для вузов. Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 488с.
- 5) Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь. М., Наука, 1987. 512 с.
- 6) Менеджмент, маркетинг и экономика образования: Учеб. пособ. /А.П. Егоршин, В.А. Кручинин, Г.В. Гальников и др. Под ред. А.П. Егоршина. Н. Новгород: НИМБ, 2001. 624 с.
- 7) «Карьера». 1998. №4.
- 8) Юсупова Н. И., Сметанина О. Н., Гаянова М.М.. О качестве подготовки информатиков в европейских университетах // Принятие решений в условиях неопределенности: Межвуз. науч. сб. Уфа: УГАТУ, 2003. С. 8–13.
- 9) Васильев В. Н. Модели управления вузом на основе информационных технологий. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. 164 с.