УДК 519.876; 004.03

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ НА КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ В ФИЛИАЛЕ ВУЗА

Затонский А.В., Варламова С.А.
Березниковский филиал Пермского ГТУ
Подробная информация об авторах размещена на сайте
«Учёные России» - http://www.famous-scientists.ru

Построена математическая модель системы управления качеством образования филиала ВУЗа с учетом влияния внешних информационных связей, проведена оценка критерия качества и улучшения внешних связей вследствие внедрения информационной системы.

1. Постановка задачи

В современном мире проблема качества образования приобрела общепризнанную актуальность [1]. Считается, что качество образования складывается из двух основных характеристик: соответствия результатов требованиям и качества самого процесса образования. Но ни одно учебное заведение не может функционировать без связей с внешними окружающими объектами. Филиал высшего учебного заведения не является исключением. Моделируя деятельность филиала ВУЗа, можно выделить две составляющие: взаимодействие между внутренними подразделениями ВУЗа, и взаимодействие филиала ВУЗа с внешними объектами. Данная работа посвящена рассмотрению второй составляющей.

К внешним объектам можно отнести:

- головной ВУЗ – высшее учебное заведение, подразделением которого является филиал;
- общество – предприятия и организации, в т.ч. спонсорские, с которыми заключаются всевозможные договора: на прохождение практик, на поставку оборудования и программного обеспечения и на многое другое, а также кадры, абитуриенты, выпускники филиала ВУЗа и отчисленные из ВУЗа;
- другие филиалы ВУЗов в пределах ограниченного территориально-экономического комплекса, учреждения базового профессионального образования (БПО), начального профессионального образования (НПО), школы.

При взаимодействии с внешними объектами появляются входные и выходные информационные потоки, которые проиллюстрированы в таблице 1.

Таблица 1

Внешний объект	Входные информационные потоки	Выходные информационные потоки
Головной ВУЗ	Приказы головного ВУЗа филиалу (*X*) Переводы студентов (*Y*)	Отчеты головному ВУЗа от филиала (*Z*) Переводы студентов (*Y*)
Общество	Спонсорская помощь (*C*) Различная документация (*D*) Социальный заказ (*V*) Возможности прохождения практик (*B*) Поступление на работу (*M*) Качество абитуриентов (*K*)	Программы практик (*G*) Увольнения (*H*) Отчисление (*L*) Выпуск (*Q*)
Другие филиалы, БПО, НПО, школы	Взаимодействие филиалов ВУЗов и других образовательных учреждений (*A*)	Взаимодействие филиалов ВУЗов и других образовательных учреждений (*A*)

Каждый информационный поток оказывает влияние на несколько подразделений и процессов внутри филиала ВУЗа. Пример влияния потока «приказы головного ВУЗа» представлен на рис. 1.

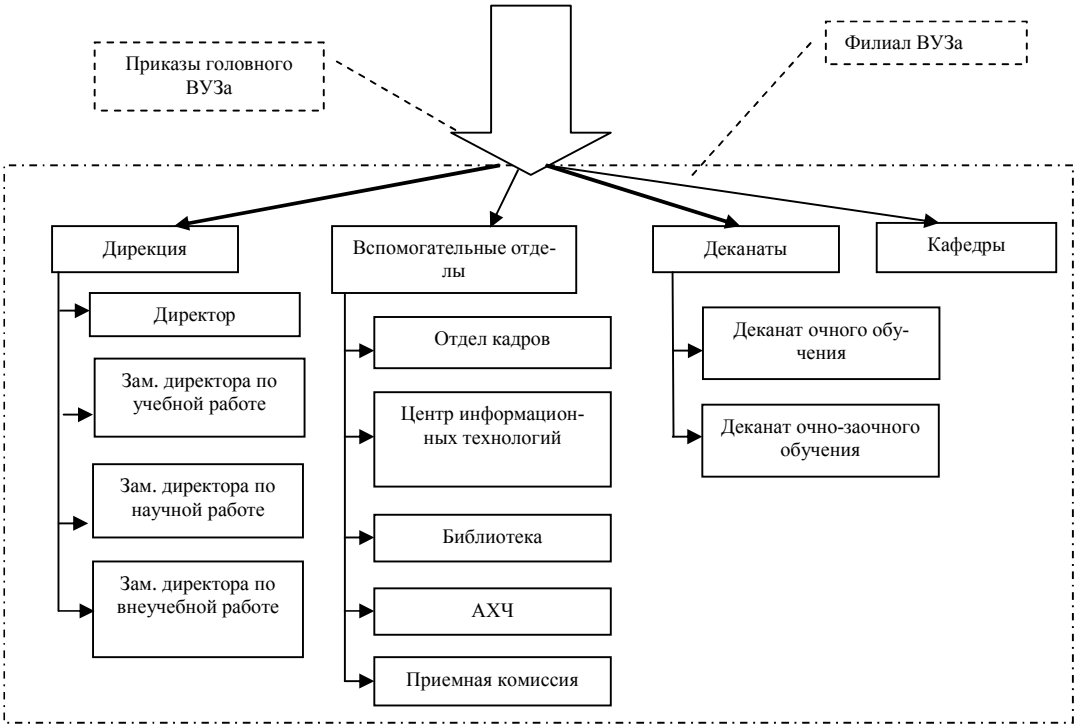

Рис. 1. Влияние входного информационного потока «Приказы головного ВУЗа» на структурные подразделения филиала ВУЗа

Влияние «потока абитуриентов» показано на рис. 2. С потоком абитуриентов работают только два структурных подразделения учебного заведения – это приемная комиссия и кафедры. Приемная комиссия осуществляет прием пакета документов, необходимых для поступления от абитуриентов, проводит вступительные экзамены для всех форм обучения и готовит приказ на зачисление студентов. Кафедры в течение учебного года ведут профориентационную работу в различных учебных заведениях (школах, техникумах, училищах и т.д.).

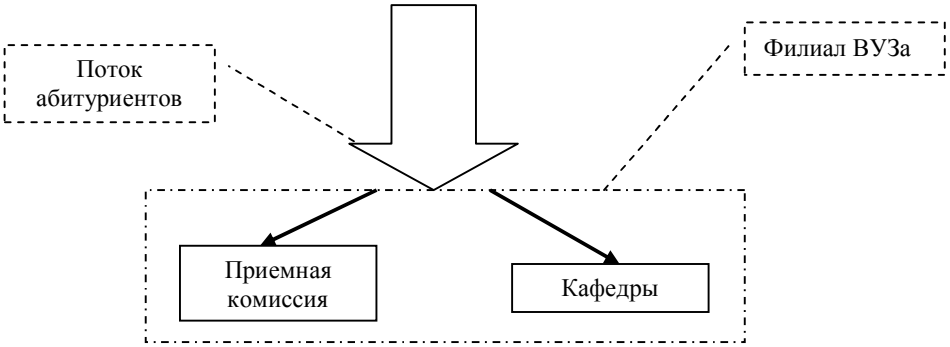

Рис. 2. Взаимодействие «Потока абитуриентов» и структурных подразделений ВУЗа

Если проанализировать взаимодействие между различными учебными заведениями (рис. 3), можно также сделать вывод, что в ходе своей профессиональной

деятельности практически все структурные подразделения учебных заведений активно взаимодействуют.

Рассмотрим в качестве примеров влияние некоторых внешних информационных потоков на качество образования: потока абитуриентов и качества связей между учебными заведениями.

2. Поток абитуриентов

Деятельность учебного заведения не может осуществляться без абитуриентов, которые являются частью общества. В свою очередь, ВУЗ формирует факторы, которые влияют на интерес абитуриентов к учебному заведению, например: список специальностей, правила приема, условия обучения, условия проживания, профориентация и т.д.

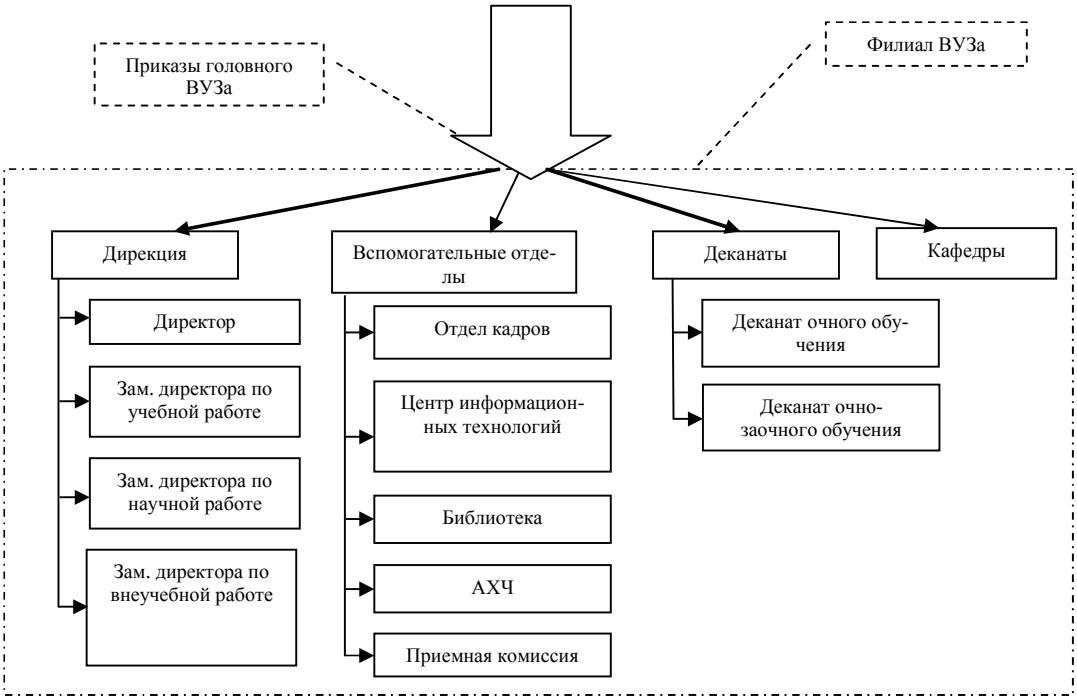

Рис. 3. Взаимодействие разных учебных заведений с подразделениями филиала ВУЗа

Одной из составляющих качества высшего образования является качество абитуриентов ВУЗа, которое формируется в результате не одномоментного, а продолжительного взаимодействия общества и ВУЗа.

ВУЗ определяет условия поступления, обучения, приема задолженностей и выпускных работ, которые являются факторами для процесса принятия решения о подаче документов в этот ВУЗ. Эти факторы не являются постоянными. На их перечень и содержание влияет общество через отрицательную обратную связь (стрелка № 4 на рис. 4): чем менее подходящими для родителей и выпускников школ представляются сформированные ВУЗом факторы, тем меньшее количество выпускников будет рассматривать вопрос о поступлении в этот ВУЗ. Под влиянием изменения качества абитуриентов ВУЗ оказывается вынужден корректировать факторы. Например, большой поток абитуриентов из других населенных пунктов ставит перед учебным заведением вопрос об открытии общежития.

Эти же факторы влияют и на качество абитуриентов. Например, для привлечения более способных студентов перед началом приемной комиссии проводятся различные олимпиады внутри ВУЗа, победители которых имеют преимущества при зачислении и т.д.

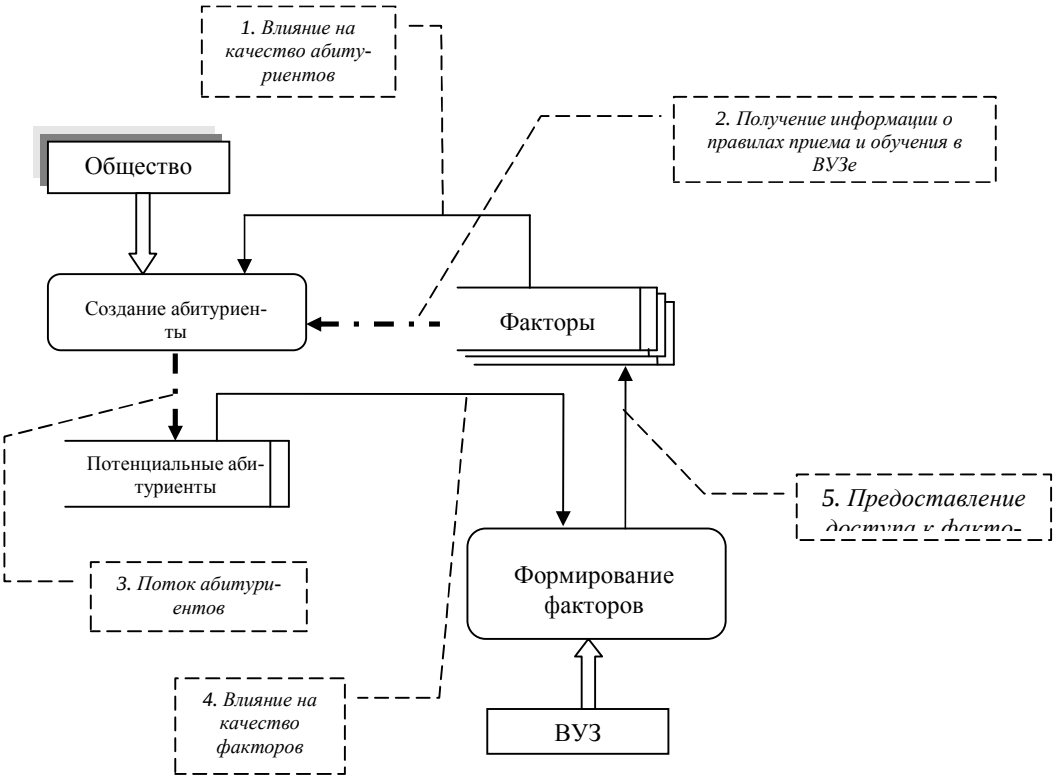

Рис. 4. Взаимодействие абитуриентов и учебных учреждений

В современном мире информационных технологий практически ни один ВУЗ не обходится без информационной системы, которая способна обеспечить повсеместную доступность факторов, формирующих общественное предложение, т.е. способствующих ориентации абитуриентов. Таким образом, увеличивается информированность (I) общества и увеличивается поток абитуриентов (P), который:

1. Пропорционален степени соответствия факторов ожиданиям (s_1) в положительной степени, при условии хорошей информированности общества:

$$P(s_1) = R_1 \cdot s_1^B \Big|_{I \geq I_{\min}}, B > 0 \tag{1}$$

2. Пропорционален степени риска (s_2) в отрицательной степени в условиях плохой информированности общества:

$$P(s_2) = R_2 \cdot \frac{1}{s_2^C} \Bigg|_{I \leq I_{\max}}, C > 0 \tag{2}$$

Решение выбрать тот или иной ВУЗ принимается чаще логически, чем эвристически, это свойство человека обдумывать поступки, имеющие для него большое значение. Для принятия решения на основе логических выводов необходимо, чтобы у человека создалось ощущение учета им достаточной совокупности факторов, иначе говоря, невозможно логически принять решение при $I < I_{\min}$, где $I_{\min}$ – информированность, обеспечивающая чувство уверенности в достаточной глубине оценки ситуации. То есть повышение информированности ведет к повышению числа тех, кто вообще может принять решение выбрать этот ВУЗ и оценить факторы обучения в нем. Как следствие, увеличивается поток абитуриентов.

Рассмотрим задачу максимизации потока абитуриентов

$$P = f(s_1, s_2, ..., s_m) = f(s)$$

при наложенных на область минимизации условиях $r(s) = 0$ и $g(s) \geq 0$, где $r(s) = \{r_1(s), r_2(s), ..., r_m(s)\}^T$, $g(s) = \{g_1(s), g_2(s), ..., g_l(s)\}^T$. Для качественной оценки, пока ограничимся двухпараметрической моделью (1, 2). В качестве ограничений $r_1(s)$ может выступать, например, средний размер незаконных материальных вложений, без которых в ВУЗе невозможно сдать экзамен. Ситуация $r_1(s) = 0$ возможна только при $I \to I_{\min}$, т.е. при недостаточном уровне информированности остается вероятность $p(r_1(s) > 0|_{I \to I_{\min}} > 0$, т.е. потенциальный абитуриент предполагает, что $r_1(s) > 0$, повышается фактор риска s_2 и

$$P(s_{21}, I_1) > P(s_{22}, I_2) <=> \begin{cases} s_{21} < s_{22} \\ I_1 > I_2 \end{cases}. \quad (3)$$

Нестрогим ограничением $g_1(s)$ может являться желание выступать в качестве абитуриента ВУЗа, в который можно поступать как путем участия в олимпиаде, так и на общих основаниях, т.е. можно попробовать свои силы дважды. Ситуация $g_1(s) = 0$ возможна только при $I \to I_{\max}$, т.е. при достаточном уровне информированности появляется вероятность $p(g_1(s) > 0|_{I \to I_{\max}} > 0$, т.е. потенциальный абитуриент предполагает, что $g_1(s) > 0$, повышается вероятность благоприятного исхода s_1 и

$$P(s_{11}, I_1) > P(s_{12}, I_2) <=> \begin{cases} s_{11} > s_{12} \\ I_1 > I_2 \end{cases}. \quad (4)$$

Распространенным методом решения задачи условной оптимизации функции $f(s) \to \max$ при наложенных ограничениях вида $r(s) = 0$ и $g(s) \geq 0$ является создание вспомогательной функции вида $J(s) = -f(s) + \Phi(R, r(s), g(s))$ [4] и решение задачи $J(s) \to \min$, где R – набор штрафных параметров, $\Phi()$ – штрафная функция.

Минимум может быть глобальный, обусловленный $\min\limits_{s_1 s_2}\left[-R_1 \cdot s_1^B - \frac{R_2}{s_2^c}\right]$, или локальный вдоль ограничений $\{r(s), g(s)\}$. В обоих случаях при увеличении информативности (I) абсолютная величина целевой функции улучшается, т.е. поток растет как за счет внутренних параметров модели (1, 2), так и за счет ограничений.

Увеличение потока приводит к улучшению качества образования ($K \sim P$), то есть чем больше поток абитуриентов, тем выше конкурс, и тем более способные студенты будут зачислены. Из соотношений (3) и (4) следует, что $P \sim I \Rightarrow K \sim I$, где $I = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5\}$

Оценим количественно пределы изменений и сравнительную важность других факторов i_k, расширяющих модель (1, 2) и влияющих на качество абитуриентов, таких как:

1. i_1 – наличие информации об условиях приема;
2. i_2 – наличие информации об условиях обучения;
2. i_3 – наличие общежития для иногородних студентов;
3. i_4 – наличие льгот при поступлении, например для победителей олимпиад;
4. i_5 – возможность компромиссных способов оплаты за образование, например, оплаты в рассрочку.

Экспертным путем оценим косвенное влияние этих параметров на критерий

качества образования $K = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5\}$ и $\| K \| = \sum_{i=1}^{5} a_{i_k} \cdot i_k$ (табл. 2).

Таблица 2

Параметр (i_k)	Важность параметра для оперативного управления ν_1	Важность параметра для стратегического управления ν_2	Суммарная важность параметров $\sum_k n_k$	Вес коэффициента $\alpha_{i_k} = \frac{\sum_i n_k}{i_{k\max} - i_{k\min}}$
$i_1 \in [0,100]$	Средняя = 2	Высокая = 3	5	0,05
$i_2 \in [0,100]$	Низкая = 1	Средняя = 2	3	0,03
$i_3 \in \{0,1\}$	Низкая = 1	Средняя = 2	3	3
$i_4 \in \{0,1\}$	Низкая = 1	Средняя = 2	3	3
$i_5 \in \{0,1\}$	Низкая = 1	Средняя = 2	3	3

Вычисляем значение до внедрения ИС $\| K \| = \sum_{k=1}^{5} a_{i_k} \cdot i_k$, оценив экспертно все параметры:

1. i_1: до внедрения ИС всю информацию об условиях приема можно получить исключительно в стенах учебного заведения, таким образом примем ее равной 50%;

2. i_2: до внедрения ИС информация об условиях обучения недоступна, следовательно критерий s_2 равен 0;

3. i_3, i_4, i_5: эти критерии напрямую не зависят от наличия ИС. Для решения задачи примем в обоих случаях, что величина этих критериев равна 0.

Тогда

$$\| K \| = \sum_{k=1}^{5} a_{i_k} \cdot i_k = 0.05 \cdot 50 + 0.03 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 = 2.5$$

Рассматриваем изменение одного (нескольких) параметров после внедрения ИС:

1. i_1: после внедрения ИС стратегическую и информацию (например, количество бюджетных мест и поданных на них заявлений) можно получить, как явившись в приемную комиссию, так и через *web*-сайт, и следовательно величина этого критерия увеличивается и составляет примерно 70%;

2. i_2: после внедрения ИС всю необходимую информацию можно получить с *web*-сайта, например, из форума студентов и выпускников, и, следовательно, можно принять величину критерия s_2 не менее 20%;

Тогда

$$\| K \| = \sum_{k=1}^{5} a_{i_k} \cdot i_k = 0.05 \cdot 70 + 0.03 \cdot 20 + 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 = 3.5 + 0.6 = 4.1$$

Оценивая сравнительную важность других параметров, примем

$$Par_j\big|_{\text{const}} = \{X, Y, Z, C, D, V, B, M, K, G, H, L, Q, A\} \text{ и } \sum_j Par_j\big|_{\text{const}} \approx 32.5 \quad (3)$$

В результате, задавшись возможными значениями составляющих критериев, определим улучшение после внедрения (Vg) по каналу F:

$$Vg = \frac{Par_{\text{после}} - Par_{\text{до}}}{Par_{\text{после}}} \cdot 100\% = \frac{A^* - A}{A^* + \sum_j Par_j\big|_{\text{const}}} \cdot 100\% = \frac{11.51 - 5.13}{11.51 + 32.5} \cdot 100\% = 14.49\%$$

.

Таким образом, внедрение ИС приведет к заметному улучшению качества образования, за счет увеличения качества абитуриентов.

3. Связи между учебными заведениями

Другим важным фактором, оказывающим влияние на качество образования, является качество внешних горизонтальных и вертикальных связей между учебными заведениями $A = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$. Из способов взаимодействия учебных заведений можно выделить:

1. Совместное участие в различных олимпиадах или их совместное проведение (a_1);
2. Совместное участие в научных семинарах (a_2);
3. Совместное участие в научных конференциях (a_3);
4. Совместительство преподавателей (a_4);
5. Поточно читаемые лекции преподавателем, являющемся высококвалифицированным специалистом в своей области, для студентов различных учебных заведений (a_5);
6. Совместное использование аудиторных и лабораторных баз (a_6);
7. Профориентационная работа (a_7);
8. Согласованность учебных планов между учебными заведениями (a_8), например, при продолжении образования в ВУЗе после СПО.

Таким образом, взаимодействие учебных заведений между собой можно представить следующим кортежем $A\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8\}$. Влияние этих связей на качество образования оценим экспертным путем (таблица 3).

Таблица 3

Параметр (a_k)	Важность параметра для оперативного управления n_1	Важность параметра для стратегического управления n_2	Суммарная важность параметров $\sum_k n_k$	Вес коэффициента $\alpha_{a_k} = \frac{\sum_k n_k}{a_{k\max} - a_{k\min}}$
$a_1 \in [0,100]$	Низкая = 1	Средняя=2	3	0,03
$a_2 \in [0,100]$	Низкая=1	Средняя=2	3	0,03
$a_3 \in [0,100]$	Низкая=1	Средняя=2	3	0,03
$a_4 \in [-100,100]$	Средняя=2	Средняя=2	4	0,02
$a_5 \in [0,100]$	Средняя=2	Высокая=3	5	0,05
$a_6 \in [0,100]$	Низкая = 1	Низкая = 1	2	0,02
$a_7 \in [0,5]$	Средняя=2	Высокая=3	5	1
$a_8 \in [0,100]$	Низкая=2	Средняя=1	3	0,03

Вычисляем значение до внедрения ИС $A = \sum_{k=1}^{8} a_k \cdot a_{a_k}$, оценив экспертно все параметры:

1. a_1: часто информация о проводимых олимпиадах доводится до кафедр общенаучных дисциплин, а на выпускающие кафедры приходит с опозданием. Следовательно, невозможно произвести качественную подготовку студентов и нет смысла участвовать в олимпиаде, то есть $a_1 = \frac{n+k}{N} * 100\%$, где n – число олимпиад по обще-научным дисциплинам, k – число олимпиад по специализированным дисциплинам, $N=n+k$ – общее число олимпиад. Например, исходя из разумного числа олимпиад 8 в год (N), 3 является специализированными (k), а остальные общенаучными (n), тогда $a_1 = \frac{5+0}{5+3} * 100\% = 62.5\%$;

2. a_2: многие учебные заведения ведут научную работу со студентами. Без ИС с оперативным выводом на *web*-интерфейс другие учебные заведения не имеют информации, в каких направлениях проводится эта работа. Таким образом, не возникает возможность и необходимость совместной работы или обмена опытом, т.е. параметр a_2 до внедрения ИС равен 0;

3. a_3: на практике информация о той или иной научной конференции поступает непосредственно перед самым ее проведением и, как следствие, материалы к конференции невозможно подготовить в срок. Однако конференция появляется в плане ВУЗа-организатора за год или полгода до ее фактического проведения. Таким образом имея заранее информацию о том где и какая конференция пройдет, можно с большей вероятностью подготовить материалы, т.е. $a_3 = \frac{k}{n} * 100\%$, где n – число студентов, участвующих в конференции, ВУЗа-организатора, k – число студентов, участвующих в конференции, другого учебного заведения. Для разумных значений числа конференций на территории за год $a_3 = \frac{2}{18} * 100\% = 11\%$;

4. a_4: если преподаватель читает много разнородных дисциплин, то это снижает качество образования за счет поверхностного освоения преподавателем дисциплин. Если же преподаватель читает в разных учебных заведениях одни и те же дисциплины, то это положительно влияет на качество образования. При наличии информационной системы руководители учебных заведений могут предлагать работу по совместительству только специалистам в этой области. При отсутствии ИС, нет информации о специализации преподавателей и, чаще всего, по совместительству преподаватели читают непрофильные для них дисциплины. Таким образом, совместительство наносит ущерб качеству образования $a_4 = \frac{-n+k}{N} * 100\%$, где n – число преподавателей, читающих непрофильные дисциплины, k – число преподавателей, читающих профильные дисциплины, N – общее число преподавателей. Для наблюдаемого учебного заведения a_4, находится в пределах $a_4 = \frac{-5+2}{80} * 100\% = -3.75\%$;

5. a_5: если специалист читает лекцию для потока студентов, это экономит его время, то есть дает возможность для более тщательной подготовки к лекциям. Но возможность обеспечения лекции для потока студентов разных ВУЗов возможно только при совмещении и согласовании учебных планов и расписаний разных учебных заведений. На практике без ИС она отсутствует, т.е. стремится к 0;

6. a_6: периодически возникает такая ситуация что для постановки новых лабораторных работ одно учебное заведение не имеет необходимой базы, а в другом месте эта база есть. При отсутствии точной информации о наличии оборудования и загруженности аудитории ее использование другим учебным заведением невозможно, следовательно до внедрения ИС этот показатель стремится к 0;

7. a_7: этот показатель будет более высоким, если профориентационную работу проводить, кроме школьников, для студентов НПО и СПО, которые смогут продолжить обучение по своей специальности. Следовательно она будет более эффективной при наличии информации о выпускающих специальностях. Оценка данного критерия производится исключительно экспертным путем. Оценим без ИС величину этого параметра порядка 3 при пределах изменения от 0 до 5;

8. a_8: обеспечить согласованность учебных планов возможно только при их доступности, таким образом до внедрения ИС эта величина также равна 0.

Тогда $A = \sum_{k=1}^{8} a_k \cdot a_{a_k} = 5.13$.

Рассматриваем изменение параметров при внедрении ИС:

1. a_1: после внедрения ИС информация поступает оперативнее, таким образом возможна подготовка студентов к большей части специализированных олимпиад. $a_1 = \frac{n+k}{N} * 100\% = \frac{5+2}{5+3} * 100\% = 87.5\%$;

2. a_2: при наличии необходимой информации можно приглашать участвовать в научных семинарах студентов других учебных заведений. $a_2 = \frac{n}{N} * 100\%$, где n – количество семинаров с участием приглашенных лиц, N – общее количество семинаров. $a_2 = \frac{n}{N} * 100\% = \frac{3}{9} * 100\% = 33.33\%$;

3. a_3: при своевременном поступлении информации можно подготовить больше работ для конференций. $a_3 = \frac{k}{n} * 100\% = \frac{6}{14} * 100\% = 42.85\%$;

4. a_4: для данного параметра наблюдается аналогичная ситуация. $a_4 = \frac{-n+k}{N} * 100\% = \frac{-3+5}{80} * 100\% = 2.5\%$;

5. a_5: при совмещении с помощью ИС расписаний разных учебных заведений можно организовать поточно читаемую лекцию, тогда $a_5 = \frac{n}{N} * 100\% = \frac{17}{64} * 100\% = 26.56\%$, где n – количество поточно читаемых лекций по данной дисциплине, N – общее количество лекций по данной дисциплине.;

6. a_6: для данного параметра наблюдается аналогичная ситуация, тогда $a_6 = \frac{n}{N} * 100\% = \frac{3}{17} * 100\% = 17.64\%$, где n – количество лабораторных занятий с применением арендуемой лабораторной базы, N – общее количество лабораторных занятий.;

7. a_7: при наличии необходимой информации профориентация проводится более качественно и, соответственно, ее можно оценить на 4;

8. a_8: после внедрения ИС этот параметр можно оценить как $a_8 = \frac{n}{N} * 100\% = \frac{15}{50} * 100\% = 30\%$, где n – количество согласованных дисциплин, N – общее количество дисциплин.

С учетом изложенного выше, $A^* = \sum_{k=1}^{8} a_k \cdot a_{a_k} = 11.51$.

Принимая во внимание (3) и задавшись возможными значениями составляющих критериев, определим улучшение после внедрения (Vg) по каналу A:

$$Vg = \frac{Par_{\text{после}} - Par_{\text{до}}}{Par_{\text{после}}} * 100\% = \frac{A^* - A}{A^* + \sum_j Par_j \big|_{\text{const}}} * 100\% = \frac{11.51 - 5.13}{11.51 + 32.5} * 100\% = 14.49\%$$

Таким образом, внедрение ИС может привести к заметному улучшению качества образования, вследствие развития связей между учебными заведениями.

Общий вывод заключается в следующем. Проведен расчет составляющих критерия качества образования в зависимости от воздействия внешнего окружения. Для двух внешних информационных

потоков экспертным путем произведена идентификация и качественная оценка факторов, влияющих на критерий качества образования. Показано и на примере произвольных, но лежащих в разумных пределах, входных данных количественно оценено улучшение качества образования в учебном заведении при внедрении ИС, воспринимающей и формирующей внешние информационные потоки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мясникова С.А., Суслина А.В. Информационная система для обеспечения учебного процесса // Молодежная наука Верхнекамья: Материалы 3-й региональной научной конференции.– Березники, 2006.– С.92-95.

2. Мясникова С.А., Суслина А.В. Моделирование информационной системы обеспечения учебного процесса // Математические методы в технике и технологиях: Материалы 19-й международной научной конференции, Т.4. Воронеж, 2006, с.230-232.

3. Акулов О.А., Медведев Н.В. Информатика. Базовый курс.– М.: Омега-Л, 2006.– 560 с.

4. Затонский А.В. Численные методы. Теоретические основы и примеры реализации методов. – Пермь: ПГТУ, 1998.– 103 с.

FORMALIZATION OF DEPENDENCES HIGH SCHOOL BRANCH EXTERNAL LINKS TO EDUCATION QUALITY

Zatonsky A.V., Varlamova S.A.
Berezniky branch of Perm state technical university

The mathematical model of high school branch education quality executive system with taking into consideration dependencies of external informational links is given. The valuation of quality criteria and one’s growth because application of information system into executive has made out.