

УДК 378

М. Б. ГУЗАИРОВ, И. Б. ГЕРАСИМОВА**МОДЕЛЬ НАКОПЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

В основе предлагаемой концепции построения системы накопления потенциала в образовательных системах лежит трех подсистем: образовательной, социальной и личностной. Показано, что значительное влияние на формирование потенциала оказывает мотивация обучаемых как стремление к активным действиям, направленным на получение знаний. Приводится нелинейная модель динамики процесса накопления потенциала, отражающая качественную сторону взаимодействия этих подсистем. *Модель; потенциал; качество; мотивация; процесс обучения; самоорганизация; система образования*

Одним из важнейших факторов развития регионов является накопление научно-образовательного потенциала путем совершенствования системы подготовки научных кадров и специалистов.

При этом под потенциалом выпускников вузов, как специалистов, понимается: запас знаний, опыта, навыков, умений, способности и уровень мотивации человека для его активных действий, которые имеют экономическую ценность и воплощаются в личности своего носителя. Этот потенциал имеет стоимостное выражение, может накапливаться и в будущем при своей реализации может приносить доход (в денежной форме) или какую-либо выгоду (в неденежной форме). Он динамичен и может как уменьшаться в процессе морального или физического износа, так и увеличиваться при инвестировании.

Накопление потенциала путем подготовки специалистов через систему образовательных услуг является наиболее эффективным источником и стимулом экономического роста региона. Многими исследователями делалась попытка изучения различных аспектов системы образования методом математического моделирования на основе системных и синергетических подходов [1–3].

Ниже дается попытка построения динамической модели накопления данного вида потенциала на основании структурной декомпозиции образовательной системы.

**1. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ
НАКОПЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

При оценке стоимости накопленного потенциала выпускников через образовательные услуги наиболее распространен подход, согласно которому подсчитывается стоимость затрат на одного обучаемого и его индивидуальный средний балл обучения. Произведение этих величин определяет ценность и составляет стоимость потенциала выпускников, формируемого через систему образовательных услуг. Однако такой подход обладает рядом недостатков, так как он не учитывает:

- качество предоставляемых услуг;
- мотивацию (побуждение) обучаемых к действиям, направленным на удовлетворение своих потребностей в получении знаний;
- особенности социальной среды обучаемых как некоторой социальной группы, характеризующейся определенным уровнем социальной жизни.

При таком подходе остаются скрытыми многие механизмы формирования и накопления потенциала выпускников через образовательные услуги.

В основе предлагаемой концепции лежит системная интеграция вышеуказанных факторов с целью раскрытия механизмов формирования и накопления потенциала выпускников в образовательных системах. Система накопления потенциала выпускников рассматривается как взаимодействие трех подсистем: образовательной, социальной и личностной. При правильной организации этих подсистем можно получить устойчивый про-

цесс накопления высококачественного потенциала выпускников, обладающего большой ценностью для развития экономики региона.

2. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ОБУЧАЕМЫХ

Согласно вышеизложенной концепции структуру системы накопления потенциала обучаемых представим в виде взаимодействия четырех подсистем (рис. 1):

1) Подсистема формирования образовательных услуг с учетом их качества.

2) Подсистема группы обучаемых с учетом их коллективной мотивации и самоорганизации.

3) Подсистема социальной поддержки процесса обучения с учетом степени социальной удовлетворенности.

4) Подсистема формирования потенциала обучаемых.

Рассмотрим структуры вышеперечисленных подсистем.

1) **Подсистема формирования образовательных услуг** включает в себя три элемента: блок формирования финансов, блок качества образовательных услуг и блок стоимости услуг. На основе поступления финансов из госбюджета и за оплату образовательных услуг формируется финансовый бюджет F университета, основная доля F_0 которого (за исключением содержания административно-управленческого персонала) идет прямо или косвенно на обеспечение качества q образовательных услуг. При формировании качества q учитываются следующие факторы:

- профессиональный уровень q_1 преподавателей, их педагогический опыт, знания предметной области, определяющие уровень качества обучения;
- уровень q_2 использования в процессе обучения новой техники и инновационных технологий;
- уровень q_3 методического обеспечения и библиотечного фонда;
- уровень q_4 аудиторного фонда;
- уровень q_5 обеспечения условий для самостоятельной работы обучаемых.

Значения этих уровней меняются в пределах от 0 до 1. Методика расчета этих значений приведена в [4]. Тогда модель качества q

можно оценить как $q = \sum_{i=1}^5 \alpha_i q_i$, где α_i — некоторые весовые коэффициенты, учитывающие долю вклада i -го показателя в формирование

качества q . При этом качество q представляемых образовательных услуг считается высоким, если $q \approx 0,9-1$.

Далее для некоторого выпуска вычисляются как общие финансовые затраты, так и средние финансовые затраты C_1 на подготовку одного выпускника, считая, что в данном выпуске для всех обучаемых она была одинаковой. При этом считается, что образовательная услуга эквивалентна некоторому объему передаваемых знаний. Это и есть косвенная оценка стоимости передаваемых знаний.

2) **Подсистема группы обучаемых** пользуется образовательными услугами для накопления своего потенциала в виде получаемых знаний, умений и опыта. При этом результат накопления во многом зависит от мотивации обучаемых как побуждения к активным действиям, направленным на достижение удовлетворения своих потребностей в знаниях, которые выступают как объективная закономерность психической деятельности [5]. В психологии отмечается, что установить однозначную связь между мотивацией и потребностью психической активности личности не представляется возможным, так как сама природа этой потребности слабо изучена. Наибольшее приближение к пониманию природы психической активности реализовано в энтропийном подходе, когда она рассматривается как сложная система, находящаяся в неравновесном состоянии и взаимодействующая с окружающей средой. Современная психология переводит понятие «потребности психической активности» из сферы физиологической в сферу социального взаимодействия. Поэтому мотивация есть результат социального взаимодействия внешних и внутренних факторов.

На формирование групповой мотивации сильное влияние оказывает свойство самоорганизации, т. е. кооперативного взаимодействия отдельных личностей. С этим свойством связано свойство адаптивности. Совершенствование свойств самоорганизации и адаптивности приводит к повышению уровня мотивации группы обучаемых.

Таким образом, степень мотивации должна учитывать влияние таких факторов как психическое, так и физическое состояние обучаемых, их настрой и желание получить знания, успешность в процессе обучения, а так же степень самоорганизации как отдельного человека, так и целой группы. Кроме того, на степень мотивации, как отмечалось, оказывают влияние и внешние, в основном социаль-

ные, факторы, такие как наличие финансовой поддержки, социальные условия для обучения, самостоятельной работы, отдыха, и т. д. Поэтому формализовать процесс оценки формирования мотивации у группы не представляется возможным из-за трудности учета механизма влияния всех этих факторов.

Степень мотивации μ можно оценить косвенным путем по потерянным времени t_0 (пропущенное количество занятий в часах) и по времени t_c , использованному для самостоятельной работы:

$$\mu = 1 - \frac{\tau_0}{T} + \frac{t_c}{T + t_c}. \quad (1)$$

где T — время, отводимое на обучение по учебному плану. Конечно, предлагаемая оценка не учитывает конечный результат, связанный с индивидуальной способностью обучаемого к освоению определенного объема знаний за отведенное время и влияющий на формирование мотивации.

3) Подсистема социальной поддержки процесса обучения и обучаемых характеризуется некоторой степенью λ социальной удовлетворенности обучаемых и учитывает влияние следующих факторов:

- уровень финансовой обеспеченности;
- уровень предоставляемых социальных условий для обучения;
- уровень социальной поддержки здоровья и физического состояния обучаемых.

Данная подсистема оказывает влияние как на формирование качества процесса обучения, так и на формирование мотивации обучаемых, которая, в свою очередь, оказывает влияние на формирование третьего фактора.

4) Подсистема 4 формирует потенциал выпускников в два этапа. На первом этапе формируется качество Q усвоенных знаний и умений с учетом степени мотивации μ обучаемых и качества q предоставляемых образовательных услуг:

$$Q = \mu \cdot q. \quad (2)$$

На втором этапе формируется накопленный потенциал P_n в стоимостном выражении с учетом произведенных затрат C_n на обучение данной группы:

$$P_n = Q \cdot C_n. \quad (3)$$

Структурная схема взаимодействия вышеперечисленных подсистем представлена на рис. 1

3. НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА

Системная модель формирования потенциала выпускников вуза, представленная на рис. 1, может быть положена в основу разработки динамической модели системы. Последняя необходима для изучения динамических процессов взаимодействия подсистем при формировании потенциала. Динамическую модель будем строить относительно темпов изменения выходных переменных подсистем.

Пусть q , λ , μ есть темпы изменения качества предоставляемых услуг, степени социальной поддержки и степени мотивации соответственно. Далее составим уравнения движения для каждой из перечисленных переменных.

Уравнение динамики темпа изменения показателя качества q :

$$\dot{q} = a_1 q - a_2 q^2 + a_3 \lambda + a_4 \mu + a_5 Q \quad (4)$$

при $q(0) = q_0$ — начальное значение темпа, определяемое начальным финансированием. Здесь коэффициент a_1 определяет скорость роста темпа на начальном этапе пропорционально затрачиваемым ресурсам на качество образования; коэффициент a_2 определяет ограничение на скорость роста темпа из-за ограниченности мощности располагаемых ресурсов, направленных на повышение качества образовательных услуг; коэффициенты a_3 , a_4 учитывают влияние изменения темпов степени социальной поддержки и мотивации соответственно; коэффициент a_5 отражает влияние на скорость роста темпа повышение темпа Q качества усвоенных знаний, например благодаря использованию инновационных технологий.

Отметим, что при положительных значениях λ , μ , Q конечное достигаемое значение q повышается.

Уравнение динамики темпа степени λ социальной поддержки:

$$\dot{\lambda} = b_1 \lambda - b_2 \lambda^2 + b_3 q + b_4 \mu \quad (5)$$

при $\lambda(0) = \lambda_0$ — начальный темп социальных условий, определяемый начальным темпом финансирования F_λ . Здесь коэффициент b_1 — характеризует рост скорости темпа λ по мере улучшения социальных условий обучаемых; коэффициент b_2 определяет ограничение на рост темпа λ из-за ограниченных

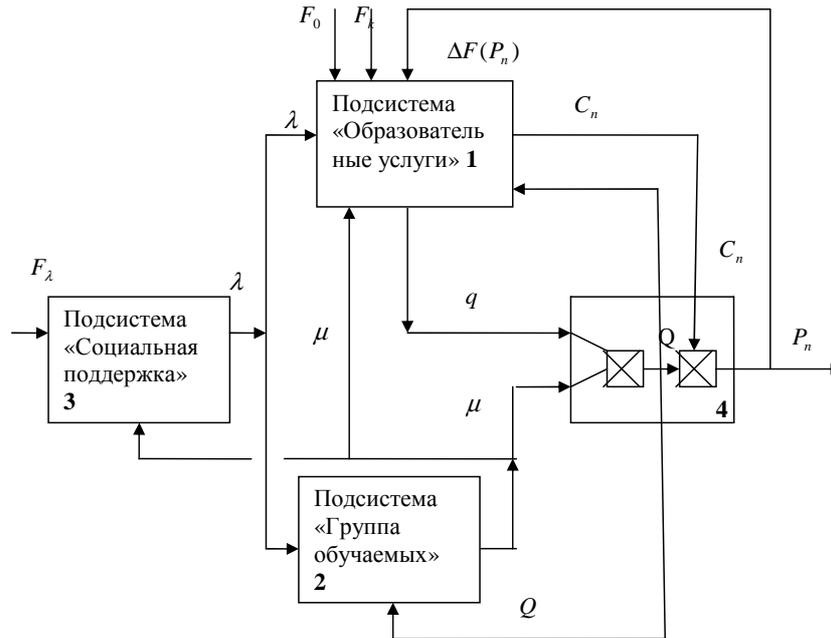


Рис. 1. Система формирования потенциала выпускников вуза

возможностей ресурсов общества, направленных на социальную поддержку; коэффициенты b_3, b_4 отражают влияние темпов качества и мотивации на улучшение социальной поддержки.

Уравнение динамики темпа степени мотивации μ :

$$\dot{\mu} = c_1\mu - c_2\mu^2 + c_3\lambda + c_4Q \quad (6)$$

при $\mu(0) = \mu_0$ — начальный темп психологического настроя. Здесь коэффициент c_1 определяет рост темпа мотивации μ на начальном этапе обучения, коэффициент c_2 характеризует ограничение роста скорости μ из-за ограниченности мощности источников мотивации; коэффициенты c_3, c_4 отражают влияние на скорость μ темпов социальной поддержки и освоения знаний и умений.

Уравнения (4)–(6) дополняются уравнением (2).

Отметим, что цель функционирования всех трех подсистем заключается в формировании такого синергетического взаимодействия, при котором будет обеспечено устойчивое поддержание темпа Q усваиваемых знаний, а следовательно, и темпа накопления потенциала P . Результаты моделирования показали, что такие устойчивые процессы в системе возможны.

Моделирование также показало, что в условиях ограниченных темпов финансирования образовательной и социальной подсистем нельзя достичь высокого темпа накопле-

ния потенциала. В самоорганизующейся системе даже существенное повышение темпа финансирования на образовательные услуги позволяет незначительно повысить рост темпа накопления потенциала.

Картина резко меняется, если управление всей системой осуществляет некоторая надсистема, которая координирует работу образовательной и социальной подсистем путем согласованного их финансирования в требуемом количестве. В этом случае достигаются высокие темпы накопления потенциала.

Рассмотренный подход к моделированию динамики процесса накопления потенциала в процессе обучения дает лишь качественную картину, отражая те или иные тенденции к изменению при действии различных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс накопления потенциала в образовательных системах предлагается рассматривать как результат взаимодействия трех подсистем: предоставления образовательных услуг, социальной поддержки и группы обучаемых, что позволяет учитывать индивидуальные особенности этих подсистем, а также различный характер взаимоотношений между ними.

Значительную роль на формирование потенциала оказывает мотивация обучаемых как стремление к активным действиям, направленным на получение знаний. Группа обучаемых как самоорганизующаяся система

способна поддерживать высокий уровень мотивации в целом.

Предложенные динамические модели функционирования и взаимодействия трех подсистем отражают лишь качественную картину процесса накопления потенциала, раскрывая механизм их взаимодействия.

При функционировании всех трех подсистем в условиях ограниченных темпов финансирования системы невозможно достичь высокого уровня накопления потенциала. А достичь его можно лишь в том случае, если управление всеми подсистемами осуществляет некоторая надсистема, располагающая для этого всеми необходимыми ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Малинецкий, Г. Г.** Математическое моделирование системы образования / Г. Г. Малинецкий, С. А. Кащенко, А. Б. Потапов [и др.] // Синергетика и методы науки. СПб. : Наука, 1998. 439 с.
2. **Капица, С. П.** Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. М. : Эдиториал УРСС, 2001. 288 с.
3. **Гузаиров, М. Б.** Синергетический подход к исследованию организационных систем / М. Б. Гузаиров, Р. А. Бадамшин, И. Б. Герасимова [и др.] // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : тр. VI Междунар. конф. Самара : СНЦ РАН, 2004. С. 107–112.
4. **Гузаиров, М. Б.** Об оценке образовательного потенциала университетов / М. Б. Гузаиров, И. Б. Герасимова, Н. В. Хасанова // Вопросы управления и проектирования в информационных и кибернетических системах : межвуз. науч. сб. Уфа 2005. С. 7–14.
5. **Харитонов, С. В.** О синергетическом подходе к проблеме классификации психических потребностей / С. В. Харитонов // Синергетика и методы науки. СПб. : Наука, 1998. 439 с.

ОБ АВТОРАХ



Гузаиров Мурат Бакеевич, ректор, проф. каф. выч. техники и защ. информ. Дипл. инж.-электромех. (УАИ, 1973). Д-р техн. наук по упр. в соц. и экон. системах. Иссл. в обл. сист. анализа, управления в соц. и экон. системах.



Герасимова Ильмира Барыевна, доц. каф. АСУ. Дипл. инж.-сист. (УАИ, 1985). Канд. техн. наук по упр. в соц. и экон. системах (УГАТУ, 1999). Иссл. в обл. сист. анализа, управ. науч.-образоват. системами.