

УДК 004+37.04

И. С. Никифоров, А. Я. Рац
Компания «Би.Си.Си.» (Санкт-Петербург)

П. И. Падерно
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Поддержка управления квалификацией. Мотивация и упорство. Модели

Сформулирована проблема необходимости управления совершенствованием характеристик претендента для соответствия требованиям профессии. Процесс совершенствования характеристик зависит от мотивации претендента. Целью статьи является управление мотивацией претендента при совершенствовании характеристики. Проведен анализ особенностей поддержки управления квалификацией. Выявлены взаимосвязи между внутренней мотивацией индивидуума и его успешностью в изменении некоторой характеристики. Сформулированы основные положения, отражающие свойства мотивации (упорство) индивидуума при развитии некоторой характеристики: пропорциональность достигнутому уровню характеристики (ориентация на настоящее), пропорциональность скорости изменения характеристики (ориентация на будущее успехи). Разработана обобщенная модель зависимости мотивации от результатов и успешности деятельности, инвариантная к виду улучшаемой характеристики, отражающая упорство данного индивидуума, а также учитывающая степень превалирования ориентации на настоящее либо на будущее.

Проведено исследование четырех конкретных моделей зависимости мотивации от личностных особенностей, в том числе от типа нервной деятельности и способности к совершенствованию некоторой характеристики. Получены аналитические выражения для максимальных значений мотивации и значений соответствующих характеристик. Выявлены ресурсы, необходимые для их достижения.

Проведенное исследование четырех конкретных моделей и обобщенной модели изменения мотивации показало, что значение управляемой характеристики при достижении максимального значения мотивации зависит не от конкретной способности индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики, а только от типа нервной деятельности. Сформулирована задача по определению времени включения внешней мотивации для дальнейшего совершенствования характеристики. Рассмотрены вопросы дальнейшего развития разработанных моделей и особенности их использования при создании системы информационной поддержки управления профессиональной траекторией.

Мотивация, квалификация, индивидуальная характеристика, модель изменения, управление, ресурс

Эффективность информационной поддержки управления квалификацией во многом зависит от качества (адекватности) используемых моделей [1]–[3]. При этом имеется в виду не только модель процесса повышения квалификации (изменения характеристик), но и модели факторов, побуждающих индивидуума совершенствовать свои качества. Это относится в равной мере ко всем отдельным характеристикам индивидуума (ком-

петенциям, профессионально важным или личностным качествам и т. д.) [4]–[6]. При этом одним из важнейших факторов является мотивация. Следует принимать во внимание тот факт, что способности к усовершенствованию различных характеристик и упорство [7], [8] индивидуума могут быть различны. Получение значений конкретных показателей (параметров), используемых в моделях, возможно лишь на основе сбора и кор-

ректной обработки необходимой статистической информации, ее анализа и возможной классификации по отдельным группам.

Анализ ситуации. Рассмотрим деятельность некоего индивидуума в процессе работы по совершенствованию собственных характеристик.

Обозначения: Q – кортеж характеристик, необходимых для работы по конкретной профессии (q_1, q_2, \dots, q_k) , который определяется исходя из профессионально важных качеств специалиста; A – набор значений характеристик, необходимых для успешной деятельности в исследуемой конкретной профессии (a_1, a_2, \dots, a_k) .

При вложении некоторых ресурсов [8] в развитие каждой из обозначенных характеристик эти характеристики (для конкретного индивидуума) постепенно изменяются в зависимости от его способностей (по каждой характеристике).

В дальнейшем будем полагать, что мотивация, направленная на изменение каждой характеристики, индивидуальна, хотя и подчиняется некоторым общим законам. Кроме того, мотивация некоторым образом определяет упорство индивидуума в достижении поставленной цели (совершенствовании конкретной характеристики).

$M = (m_1(r), m_2(r), \dots, m_k(r))$ – набор значений мотиваций в предположении, что на изменение каждой характеристики затрачен ресурс, равный r . Таким образом, $m_i(r)$ – это мотивация на изменение i -й характеристики при условии объема затрат, равного r .

Каждую мотивацию [9], направленную на осуществление изменений определенной характеристики, можно условно разбить на составляющие:

– личностная (внутренняя) мотивация индивидуума $m_{ил}(r)$ [10], [11];

– внешняя (может быть, дополнительная) мотивация $m_{ив}(r)$ [12], [13].

При этом в процессе взросления индивидуума число отдельных компонент мотивационной составляющей может, по-видимому, увеличиваться, но на ранних стадиях пока будем учитывать только эти. Будем также полагать, что эти составляющие аддитивны, т. е. выполняется соотношение

$$m_i(r) = m_{ил}(r) + m_{ив}(r). \quad (1)$$

Заметим, что в данном конкретном случае речь идет о совершенствовании какой-либо одной характеристики.

Будем полагать, что в начальный момент времени индивидуум имеет некоторый набор значений исследуемых характеристик $(x_1(0), x_2(0), \dots, x_k(0))$, которые монотонно возрастают в зависимости от вложенных ресурсов (в том числе от принятых усилий), т. е. соответствующие компоненты вектора $X(R) = (x_1(r_1), x_2(r_2), \dots, x_k(r_k))$ обладают следующими свойствами: $x_i(0) = a_{инач}$, $x_i(r) \uparrow$, $x_i(r) \rightarrow a_{imax}$ при $r \rightarrow \infty$. Следует заметить, что значения $a_{инач}$, a_{imax} индивидуальны.

Предварительный анализ проводится по каждой из характеристик, необходимых для будущей успешной работы по конкретной специальности.

Замечание. Чем раньше проводится (по возрастной категории) анализ динамики изменения некоторых характеристик в зависимости от высказанной или предполагаемой мотивации индивидуума, тем точнее в будущем может быть описано управление процессом формирования его квалификации. Проведение подобного анализа уже на этапе получения начального (школьного) образования может стать основой для наполнения соответствующих баз данных, необходимых для информационной поддержки управления квалификацией [14], [15].

Для анализируемой профессии (специальности) неравенство $a_{imax} < a_i$, где a_i – требуемое значение конкретной i -й характеристики, означает, что данный индивидуум не сможет успешно работать по рассматриваемой специальности, т. е. никакие вложения ресурсов (тренировки, обучение и др.) не могут довести его до требуемого уровня. Заметим, что выполнение неравенства $a_{инач} > a_i$, в свою очередь, означает, что данная характеристика изначально достаточно развита для успешной работы и, следовательно, имеющиеся ресурсы можно перераспределить в пользу улучшения остальных характеристик индивидуума. Изначальная проверка выполнения этих неравенств поможет сэкономить необходимые ресурсы и не тратить их без какой-либо пользы.

В [16] предложено считать, что мотивация является внутренним личностным ресурсом индивида и затраты этого ресурса на преодоление различных видов напряженности приведут к его истощению и понижению уровня мотивации индивидуума.

Изменение мотивационного потенциала может происходить по субъективным и объективным причинам и может быть связано как с внешней напряженностью по отношению к субъекту среды его существования, так и в связи с напряженным состоянием его собственного организма. При этом возникают два вида напряженности [17], [18]:

1) психическая напряженность, отражающая субъективное восприятие изменений, значимых для личности информационных систем;

2) психофизиологическая напряженность, отражающая объективное изменение состояния функциональных систем организма субъекта в результате его деятельности.

Достаточно очевидно, что внутренняя мотивация индивидуума (школьника, студента, специалиста) может в значительной степени изменяться в процессе его совершенствования и зависит от его успешности в деятельности по улучшению характеристик. Эта деятельность мотивирована. От мотивации зависит, как и в каком направлении будут использованы функциональные возможности индивида, а также именно ею объясняются интенсивность и упорство в осуществлении деятельности и достижении ее результатов [7]. Известны научные теории и факты о влиянии мотивации на продуктивность и качество деятельности. В данной статье решается обратная задача – исследование влияния успешности деятельности по изменению характеристики индивидуума на мотивацию.

Построение модели. Сформулируем основные положения, отражающие свойства мотивации индивидуума в процессе его деятельности по изменению некоторой характеристики:

1. Мотивация пропорциональна достигнутому уровню характеристики, так как высокие результаты подстегивают индивидуума к дальнейшему совершенствованию (ориентация на настоящее), т. е. $m_{ил}(r) = c_i(r) x_i(r)$, где $x_i(r)$ – достигнутый уровень развития характеристики; $c_i(r)$ – коэффициент, зависящий в том числе и от затраченного ресурса.

2. Мотивация пропорциональна скорости изменения конкретной характеристики, так как если при значительных усилиях по изменению значения характеристики она изменяется очень медленно (практически не изменяется), то внутренняя мотивация конкретного индивидуума практически пропадает (ориентация на будущие успехи).

Таким образом, выполняется соотношение

$$m_{ил}(r) = c_i(x_i'(r))^{\alpha} x_i(r)^{\beta},$$

где c_i – некоторая величина, отражающая в той или иной степени «упорство» данного индивидуума в тренировках (упражнениях, работе) по совершенствованию исследуемой характеристики, а параметры α и β указывают на превалирование либо ориентации на настоящее или будущее. При этом, не умаляя общности, будем предполагать, что существует следующее соотношение: $\alpha + \beta = 1$.

Исходя из свойств функции $x_i(r)$, имеющей горизонтальную асимптоту $x_i(0) = a_{i \text{ нач}}$, $x_i(r) \uparrow$, $x_i(r) \rightarrow a_{i \text{ max}}$, $r \rightarrow \infty$, можно утверждать, что функция $m_{ил}(r) = c_i(x_i'(r))^{\alpha} x_i(r)^{\beta}$ (мотивация) имеет единственный максимум, так как выполняется соотношение $m_{ил}(r) \rightarrow 0$, $r \rightarrow \infty$.

Простейший случай. $\alpha = \beta = 0.5$.

Тогда имеет место соотношение

$$m_{ил}(r) = c_i (x_i'(r))^{0.5} x_i(r)^{0.5}. \quad (2)$$

Отсюда получаем, что

$$m_{ил}'(r) = c_i \frac{(x_i'(r) x_i(r))'}{2(x_i'(r))^{0.5} x_i(r)^{0.5}}.$$

Таким образом, задача поиска максимума функции $m_{ил}(r)$ сводится к поиску решения уравнения

$$(x_i'(r) x_i(r))' = 0, \quad x_i''(r) x_i(r) + (x_i'(r))^2 = 0.$$

Расчетные соотношения. Для оценки момента необходимого внешнего вмешательства в процесс совершенствования какой-либо характеристики, т. е. момента, когда мотивация достигает своего максимума, а потом начинает уменьшаться, рассмотрим некоторые частные модели успешности обучения, зависящие, как это было достаточно подробно показано в [6], от личностных особенностей, в том числе и от типа темперамента индивидуума.

Модель 1:

$$x_i(r) = A_{i \text{ max}} - (A_{i \text{ max}} - A_{i \text{ min}}) e^{-\lambda_i r}, \quad (3)$$

где параметр λ_i отражает способность индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики. Вообще говоря, значение параметра λ_i также может зависеть от использованного ресурса $\lambda_i(r)$

(в простейшем случае от времени $\lambda_i(t)$). Заметим, что выражение (3) есть решение дифференциального уравнения (1) из [6] при значении $k = 1$.

Если λ_i постоянно, то $x'_i(r) = \lambda_i(A_{i\max} - A_{i\min})e^{-\lambda_i r}$.

Тогда, подставляя это соотношение в (2), получаем

$$\begin{aligned} m_{i\text{д}}(r) &= c_i \left\{ \lambda_i (A_{i\max} - A_{i\min}) e^{-\lambda_i r} \times \right. \\ &\times \left. \left[A_{i\max} - (A_{i\max} - A_{i\min}) e^{-\lambda_i r} \right] \right\}^{1/2} = \\ &= c_i \left\{ \lambda_i (A_{i\max} - A_{i\min}) \left[A_{i\max} e^{-\lambda_i r} - \right. \right. \\ &\left. \left. - (A_{i\max} - A_{i\min}) e^{-2\lambda_i r} \right] \right\}^{1/2}. \end{aligned}$$

Для нахождения экстремума этой функции (мотивации) решим следующее уравнение:

$$\begin{aligned} m'_{i\text{д}}(r) &= 0, \\ -\lambda_i A_{i\max} e^{-\lambda_i r} + 2\lambda_i (A_{i\max} - A_{i\min}) e^{-2\lambda_i r} &= 0. \end{aligned}$$

$$\text{Отсюда имеем } e^{-\lambda_i r} = \frac{A_{i\max}}{2(A_{i\max} - A_{i\min})},$$

$$r = -\frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{A_{i\max}}{2(A_{i\max} - A_{i\min})}. \quad (4)$$

Для наличия корректного решения уравнения (4) необходимо, чтобы выполнялось соотношение

$$\frac{A_{i\max}}{2(A_{i\max} - A_{i\min})} < 1, \text{ т. е. } A_{i\max} > 2A_{i\min}.$$

Если подготовка начинается при полном отсутствии значений какой-либо характеристики (начинается с нуля), т. е. $A_{i\min} = 0$, то $r = \frac{1}{\lambda_i} \ln 2$.

Необходимо заметить, что, подставляя значение $e^{-\lambda_i r} = \frac{A_{i\max}}{2(A_{i\max} - A_{i\min})}$ из (4) в (3), получа-

ем, что максимальная мотивация достигается тогда, когда значение управляемой (тренируемой) характеристики достигает $0.5A_{i\max}$. При этом само значение мотивации равно $m_{i\text{д}}(r) = c_i \sqrt{\lambda_i} \times A_{i\max} / 2$. После этого значение мотивации, но не значение управляемой (тренируемой) характеристики, начинает уменьшаться.

Замечания 1.

1.1. Следует принимать во внимание тот факт, что для достаточно хорошо подготовленного индивидуума (по конкретной характеристике $A_{i\min}$ достаточно близко к $0.5A_{i\max}$), а также для индивидуума, имеющего несомненные способности к развитию конкретной характеристики (значение параметра λ_i достаточно велико), максимальное значение мотивации может быть достигнуто достаточно быстро.

1.2. Значение управляемой характеристики при достижении максимального значения мотивации не зависит от конкретной способности индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики.

На рис. 1 приведены графики для уровня подготовки и мотивации для различных значений параметра λ_i , где λ_i отражает способность индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики. Графики приводятся для значений $\lambda_i = 0.5; 0.7; 0.9$ (x – изменение уровня подготовки; m – изменение мотивации).

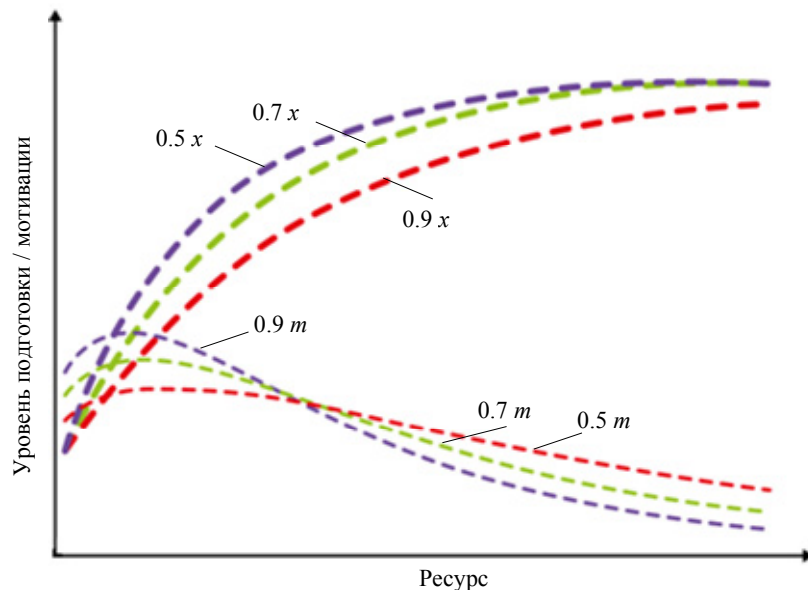


Рис. 1

Модель 2:

$$x_i(r) = A_{i \max} - \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{\left(1 + 0.5\lambda_i r \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}\right)^2}, \quad (5)$$

где параметр λ_i , как и в предыдущих случаях, отражает способность индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики. Вообще говоря, значение параметра λ_i также может зависеть от использованного ресурса $\lambda_i(r)$ (в простейшем случае от времени $\lambda_i(t)$). Заметим, что (5) есть решение дифференциального уравнения (1) (формула 4 из [6] при значении $k = 1.5$).

Если λ_i постоянно, то

$$x_i'(r) = \lambda_i (A_{i \max} - A_{i \min})^{1.5} \times \left(1 + 0.5\lambda_i r \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}\right)^{-3}.$$

Тогда, подставляя полученное выражение и (5) в (2), получаем

$$\begin{aligned} m_{i \text{лл}}(r) &= c_i \left\{ \lambda_i (A_{i \max} - A_{i \min})^{1.5} \times \right. \\ &\quad \left. \times \left(1 + 0.5\lambda_i r \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}\right)^{-3} \times \right. \\ &\quad \left. \times \left[A_{i \max} - \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{\left(1 + 0.5\lambda_i r \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}\right)^2} \right]^{1/2} \right\} = \\ &= c_i \left\{ \lambda_i (A_{i \max} - A_{i \min})^{1.5} \times (A_{i \max} / [1 + \right. \\ &\quad \left. + 0.5\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})^{1/2}]^3 - \right. \\ &\quad \left. - (A_{i \max} - A_{i \min}) / 1 + \right. \\ &\quad \left. + 0.5\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})^{1/2} \right]^{5/2} \right\}^{1/2}. \end{aligned}$$

Приравнявая $m'_{i \text{лл}}(r) = 0$, получаем $-3A_{i \max} \times \left(1 + 0.5\lambda_i r \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}\right)^2 + 5(A_{i \max} - A_{i \min}) = 0$.

Отсюда имеем

$$\begin{aligned} \left(1 + 0.5\lambda_i r \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}\right)^2 &= \\ &= \frac{5(A_{i \max} - A_{i \min})}{3A_{i \max}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Для существования решения (6) необходимо выполнение соотношения $A_{i \max} > 2.5A_{i \min}$:

$$r = \frac{\sqrt{\frac{5(A_{i \max} - A_{i \min})}{3A_{i \max}} - 1}}{\lambda_i \sqrt{A_{i \max} - A_{i \min}}}.$$

Необходимо заметить, что, подставляя правую часть (6) вместо левой части в (5), получаем, что максимальная мотивация достигается тогда, когда значение управляемой (тренируемой) характеристики равно $x_i(r) = 0.4A_{i \max}$. При этом само значение мотивации определяется выраже-

нием $m_{i \text{лл}}(r) = c_i \sqrt{\frac{6\sqrt{3}}{25\sqrt{5}} \lambda_i A_{i \max}^{2.5}}$. После этого

значение мотивации начинает уменьшаться, но значение самой характеристики продолжает возрастать.

Замечания 2.

2.1. При снижении внутренней мотивации ниже определенного (заданного) значения необходимо осуществлять внешнее управление мотивацией (изменение технологии, использование других тренажеров и т. д.).

2.2. Ввиду того, что по изменению различных характеристик индивидуум может иметь как различную мотивацию, так и различные способности, то может быть решена задача распределения общего ресурса R , отпущенного на изменение характеристик индивидуума, между отдельными компонентами с целью получения максимального приближения к модели идеального специалиста.

Модель 3:

$$x_i(r) = A_{i \max} - \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})}. \quad (7)$$

Вообще говоря, значение параметра λ_i , отражающего способность индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики, также может зависеть от использованного ресурса $\lambda_i(r)$ (в простейшем случае от времени $\lambda_i(t)$). Если λ_i постоянно, то в этом случае $x_i'(r) = \lambda_i \times$

$\times \left(\frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})} \right)^2$. Заметим, что (7) есть решение дифференциального уравнения (1) (формула 5) из [6] при значении $k = 2$.

Тогда, подставляя это выражение в (2), получаем

$$\begin{aligned} m_{i \text{лл}}(r) &= c_i \left\{ \lambda_i \left(\frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})} \right)^2 \times \right. \\ &\quad \left. \times \left[A_{i \max} - \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})} \right]^{1/2} \right\} = \end{aligned}$$

$$= c_i (A_{i \max} - A_{i \min}) \times \left(\lambda_i \left\{ \frac{A_{i \max}}{[1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})]^2} - \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{[1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})]^3} \right\}^{1/2} \right).$$

Для нахождения экстремума этой функции (мотивации) решим уравнение $m'_{i \text{дл}}(r) = 0$, из которого получаем

$$-2A_{i \max} [1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min})] + 3(A_{i \max} - A_{i \min}) = 0.$$

Отсюда имеем

$$1 + \lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \min}) = 1.5 - 1.5 \frac{A_{i \min}}{A_{i \max}}. \quad (8)$$

Для существования корректного решения уравнения (8) необходимо, чтобы выполнялось соотношение $A_{i \max} > 3A_{i \min}$:

$$r = \frac{A_{i \max} - 3A_{i \min}}{2\lambda_i A_{i \max} (A_{i \max} - A_{i \min})}.$$

Необходимо заметить, что, заменяя левую часть (8) на правую часть и подставляя ее в (7), получаем, что максимальная мотивация достигается тогда, когда значение управляемой (тренируемой) характеристики равно $x_i(r) = A_{i \max} / 3$. При этом само значение мотивации достигает $m_{i \text{дл}}(r) = 2c_i \sqrt{\lambda_i} A_{i \max}^3 / 3\sqrt{3}$. После этого значение мотивации начинает уменьшаться, но значение самой характеристики продолжает возрастать.

Замечания 3.

3.1. Как и в предыдущем случае, следует принимать во внимание тот факт, что для достаточно хорошо подготовленного индивидуума (по конкретной характеристике) максимальное значение мотивации может быть достигнуто достаточно быстро.

3.2. Как и в предыдущем случае, значение управляемой характеристики при достижении максимального значения мотивации не зависит от конкретной способности индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики.

Модель 4:

$$x_i(r) = A_{i \max} - \frac{A_{i \max} - A_{i \text{нач}}}{\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2}}. \quad (9)$$

Если λ_i постоянно, то $x_i'(r) = \lambda_i \times \left[\frac{A_{i \max} - A_{i \text{нач}}}{\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2}} \right]^3$. Заметим, что (9)

есть решение дифференциального уравнения (1) (формула (6) из [6] при значении $k = 3$).

Тогда, подставляя это выражение в (2), получаем

$$m_{i \text{дл}}(r) = c_i \left\{ \lambda_i \left[\frac{A_{i \max} - A_{i \text{нач}}}{\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2}} \right]^3 \times \left[A_{i \max} - \frac{A_{i \max} - A_{i \min}}{\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2}} \right]^{1/2} \right\} = c_i (A_{i \max} - A_{i \min})^{1.5} \times \left\{ 2\lambda_i \frac{A_{i \max}}{\left[\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2} \right]^3} - \frac{A_{i \max}}{\left[\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2} \right]^4} \right\}^{1/2}.$$

Для нахождения экстремума этой функции (мотивации) решим уравнение $m'_{i \text{дл}}(r) = 0$, из которого получаем

$$-1.5A_{i \max} \sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2} + 2(A_{i \max} - A_{i \min}) = 0.$$

Отсюда имеем

$$\sqrt{1 + 2\lambda_i r (A_{i \max} - A_{i \text{нач}})^2} = \frac{4}{3} - \frac{4}{3} \frac{A_{i \min}}{A_{i \max}}. \quad (10)$$

Для существования корректного решения уравнения (10) необходимо выполнение соотношения $A_{i \max} > 4A_{i \min}$. Тогда решение (10) имеет вид

$$r = \frac{16(A_{i \max} - A_{i \min})^2 - 9A_{i \max}^2}{18\lambda_i A_{i \max}^2 (A_{i \max} - A_{i \min})^2}.$$

Необходимо заметить, что, заменяя левую часть (10) на правую и подставляя ее в (9), получаем, что максимальная мотивация достигается тогда, когда значение управляемой (тренируемой) харак-

теристики равно $x_i(r) = A_{i\max}/4$, а само значение мотивации равно $m_{i\text{дл}}(r) = c_i \sqrt[3]{3\lambda_i} \times A_{i\max}^2/16$. После этого значение мотивации начинает уменьшаться, но значение самой характеристики продолжает возрастать.

Замечания 4.

4.1. Как и в предыдущем случае, следует принимать во внимание тот факт, что для достаточно хорошо подготовленного индивидуума (по конкретной характеристике) максимальное значение мотивации может быть достигнуто достаточно быстро.

4.2. Как и в предыдущем случае, значение управляемой характеристики при достижении максимального значения мотивации не зависит от конкретной способности индивидуума к изменению рассматриваемой характеристики.

На рис. 2 приведены графики уровня подготовки и мотивации для моделей 2–4 соответственно (x – изменение уровня подготовки; m – изменение мотивации).

Вывод общей формулы. Общий вид зависимости изменения характеристики от ресурса имеет вид [6]

$$x(R) = A_{\max} - (A_{\max} - A_{\text{нач}}) \times [1 + (k-1)\lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{-1/(k-1)}.$$

Тогда производная имеет вид

$$x'(R) = \lambda_i (A_{\max} - A_{\text{нач}})^k \times [1 + (k-1)\lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{-k/(k-1)}.$$

Подставляя эти выражения в (2), получаем

$$\begin{aligned} m_{i\text{дл}}(r) &= c_i \sqrt{x'(R) x(R)} = c_i \sqrt{\lambda_i} (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k/2}; \\ &\left([1 + (k-1)\lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{-k/(k-1)} \times \right. \\ &\quad \times \{ A_{\max} - (A_{\max} - A_{\text{нач}}) [1 + (k-1) \times \\ &\quad \times \lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{-1/(k-1)} \}^{1/2} = \\ &= c_i \sqrt{\lambda_i} (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k/2}; \\ &\left\{ A_{\max} [1 + (k-1)\lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{-k/(k-1)} - \right. \\ &\quad \left. - (A_{\max} - A_{\text{нач}}) [1 + (k-1) \times \right. \\ &\quad \left. \times \lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{-(k+1)/(k-1)} \right\}^{1/2}. \end{aligned}$$

Для нахождения экстремума функции (мотивации) запишем уравнение $m'_{i\text{дл}}(r) = 0$. Отсюда получаем следующее уравнение:

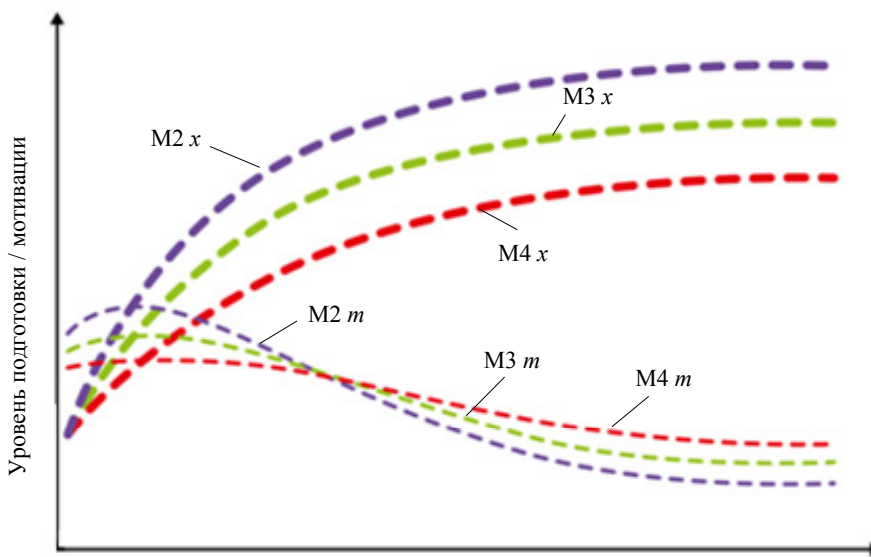
$$-k A_{\max} [1 + (k-1)\lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{1/(k-1)} + (k+1)(A_{\max} - A_{\text{нач}}) = 0,$$

решая которое, получаем соотношение

$$\begin{aligned} [1 + (k-1)\lambda_i R (A_{\max} - A_{\text{нач}})^{k-1}]^{1/(k-1)} &= \\ &= \frac{(k+1)(A_{\max} - A_{\text{нач}})}{k A_{\max}}. \end{aligned} \quad (11)$$

Ввиду того, что правая часть (11) должна быть больше единицы, получаем, что необходимым условием существования решения (11) является выполнение соотношения

$$A_{i\max} > (k+1)A_{i\min}. \quad (12)$$



Ресурс
Рис. 2

Подставляя правую часть соотношения (12) вместо левой части в уравнение общего вида зависимости изменения характеристики от ресурса, получаем, что максимальная мотивация достигается тогда, когда значение управляемой (тренируемой) характеристики принимает значение $x_i(r) = A_{i\max}/(k+1)$.

$$\begin{aligned} \text{Максимальное значение мотивации } m_{i\text{д}}(r) = \\ = c_i \sqrt{\lambda_i A_{i\max}^{k+1} \frac{k^k}{(k+1)^{k+1}}}. \end{aligned}$$

Использование предложенных зависимостей целесообразно для случаев, когда значение переменной k отлично от значений, уже использованных ранее в моделях 1–4.

Необходимо заметить, что из соотношения $x_i(r) = A_{i\max}/(k+1)$ и (14) из [6] можно получить оценку значения ресурса, израсходованного на совершенствование некоторой характеристики и соответствующего максимальному значению внутренней мотивации индивидуума

$$\begin{aligned} R[A_{i\max}/(k+1)] = \left\{ [A_{i\max} - A_{i\max}/(k+1)]^{1-k} - \right. \\ \left. - (A_{i\max} - A_{\text{нач}})^{1-k} \right\} [\lambda_i(k-1)]^{-1}. \end{aligned}$$

При этом следует иметь в виду, что внутренняя мотивация не очень сильно влияет на скорость изменения характеристики, а влияет, в основном, на деятельность индивидуума, направленную на совершенствование характеристики.

Для управления процессом совершенствования некоторой характеристики целесообразно при уменьшении внутренней (личной) мотивации ни-

же некоторого, возможно заранее определенного (заданного), уровня вводить некоторые внешние воздействия, направленные на увеличение или поддержание мотивации на некотором заданном уровне, связанные с управлением внешней мотивацией [19]–[22], а также варьированием сложности задания, темпа и объемов поступающей информации, изменением технологии тренировок, использованием других видов тренажеров и т. д.

Отдельной проблемой может стать задание такого уровня личной мотивации, при уменьшении мотивации индивидуума ниже которого потребуются введение внешних управляющих воздействий (усиление внешней мотивации).

Результаты. Разработан комплекс моделей, отражающих изменение мотивации индивидуума в зависимости от его успешности в процессе изменения некоторой характеристики.

Полученный комплекс моделей может быть положен в основу при решении задач управления развитием (совершенствованием) конкретных характеристик специалиста (индивидуума) в некотором направлении, в том числе в процессе принятия решений о выделении ресурсов, направленных на обеспечение процесса совершенствования.

Использование ресурсного подхода к управлению мотивацией специалиста в процессе совершенствования является методологической основой создания системы поддержки принятия решений, реализующей в том числе и задачи выбора и управления профессиональной траекторией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Советов Б. Я., Цехановский В. В. Информационные технологии: теоретические основы. М.: Лань. 2017.
- Назаренко Н. А., Никифоров И. С., Падерно П. И. Система информационной поддержки ранней профориентации: проблемы и перспективы // Материалы XVI междунар. конф. «Региональная информатика» (РИ-2018). СПб.: СПОИСУ, 2018. С. 356–359.
- Емельянов А. А. Математическое моделирование в психологических исследованиях // Изв. вузов. 2017. № 2 (60). С. 178–180.
- Падерно П. И., Никифоров И. С. Профессии, профессионально важные и личностные качества (модели и взаимосвязи) // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2019. № 4. С. 64–69.
- Гаврильева А. А., Никифоров И. С. Современные методы оценки персонала // Материалы XXV Междунар. науч.-метод. конф. «Современное образование: содержание, технологии, качество». СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. С. 493–494.
- Хекхаузен Х. Мотивация и деятельность. СПб.: Питер, 2003.
- Современные проблемы изучения личностных ресурсов в профессиональной деятельности / Т. Ю. Иванова, Д. А. Леонтьев, Е. Н. Осин, Е. И. Рассказова, Н. В. Кошелева // Организационная психология. 2018. Т. 8, № 1. С. 85–111.
- Курденкова О. П. Образование длиною в жизнь: внешние и внутренние конструкты личной мотивации // Вестн. МГИМО. 2015. № 1 (40). С. 237–242.

9. Шулекин В. А. Особенности мотивационной структуры личности в профессиональной деятельности // Актуальные науч. исследования в современном мире. 2018. № 6-3 (38). С. 134–140.

10. Дубовицкая Т. Д. Диагностика мотивации профессиональной деятельности // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-1. С. 128–132.

11. Борисова И. И. Психологические условия эффективности внешней мотивации // Современные исследования социальных проблем. 2018. Т. 9, № 4. С. 103–118.

12. Борисова И. И. Психологические условия снижения мотивации персонала под влиянием внешнего воздействия // Современные исследования социальных проблем. 2018. Т. 9, № 7. С. 76–89.

13. Никифоров И. С. Проблемы управления профессиональной траекторией // XXV Междунар. науч.-метод. конф. «Современное образование: содержание, технологии, качество». С. 490–492. URL: <http://sto.etu.ru/2019/ru> (дата обращения 10.03.2020).

14. Профессиональный психологический отбор: повышение надежности / Е. В. Андреевский, Ф. Э. Сатторов, П. Падерно, И. С. Никифоров // XXV Междунар. науч.-метод. конф. «Современное образование: содержание, технологии, качество». С. 576–578. URL: <http://sto.etu.ru/2019/ru> (дата обращения 10.03.2020).

15. Леонтьев Д. А. Понятие мотива у А. Н. Леонтьева и проблемы качества мотивации // Вестн. Моск. ун-та. Психология. 2016. № 2. С. 3–18.

16. Рыжов Б. Н. Системная психология. М.: Издательские технологии. 2017. 2-е изд.

17. Рыжов Б. Н. Системная структура личности // Системная психология и социология. 2017. № 23. С. 5–11.

18. Иванова Е. А., Хейгетян С. В. Концепции мотивации: содержательные и процессуальные теории мотивации // Экономика и социум. 2016. № 8 (27). С. 636–644.

19. Котляров И. Д. Математические модели теории мотивации Абрахама Маслоу и Фредерика Герцберга // Вестн. Балт. фед. ун-та им. И. Канта. Сер. Физико-математические и технические науки. 2008. № 10. С. 104–109.

20. Котляров И. Д. Применение количественных методов для анализа мотивации к труду // Вестн. ОГУ. 2007. № 8. С. 122–130.

21. Gerhart B., Fang M. Pay, intrinsic motivation, extrinsic motivation, performance, and creativity in the workplace: revisiting long-held beliefs // Ann. Rev. of Organizational Psychology and Organizational Behavior. 2015. Vol. 2. P. 489–521.

I. S. Nikiforov, A. Ya. Rats
Company «Bi.Si.Si.» (Saint Petersburg)

P. I. Paderno
Saint Petersburg Electrotechnical University

QUALIFICATION MANAGEMENT SUPPORT. MOTIVATION AND PERSISTENCE. MODELS

The article focuses on the necessity to manage the improvement of applicant's characteristics for he/she can meet requirements imposed by a job. The process of improving the characteristics depends on applicant's motivation. The purpose of the study is to manage the applicant's motivation while improving a certain characteristic. Special features of the qualification management support were analyzed. The study showed interdependencies between self-motivation of a person and his/her achievements in changing a certain characteristic. The fundamental principles were formulated to reflect the motivation properties (persistence) of a person while improving a certain characteristic, i. e. the proportionality to the achieved level of the characteristic (focusing on the present), the proportionality to the characteristic change rate (focusing on future achievements). A generalized model was developed to study how the motivation depends on the results and achievements of the activity, which model is invariant to the type of characteristic to be improved, and reflects the persistence of the person in question, and takes into account the predominance of either focusing on the present, or focusing on future achievements.

Four particular models were studied showing how the motivation depends on individual specifics, including on the type of nervous activity and ability to improve a certain characteristic. Analytical expressions were received for the maximum values of the motivation and values of certain characteristics. The resources required to achieve them were found out.

The study of these four particular models and the generalized model of motivation changes showed that the value of characteristic under management in case of the maximum value of motivation does not depend on the ability of the person to change the characteristic in question, but depends only on the type of nervous activity. The task was formulated to determine the time required for triggering the self-motivation for further improving the characteristic. The questions were analyzed related to further development of these models and special aspects of their use when creating the information support system for the management of professional learning path.

Motivation, qualification, individual characteristic, change model, management, resource