

УДК 510.6

В.Е. ХОДАКОВ, А.Е. СОКОЛОВ, Г.В. ВЕСЕЛОВСКАЯ  
Херсонский национальный технический университет**МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ МОТИВАЦИИ ОБУЧАЕМЫХ**

*Рассмотрены сложные, нестационарные задачи моделирования динамики мотивации обучаемых. Базовой концепцией мотивации выбрано стремление к оптимальной стратегии поведения. Изучены задачи изменения мотивации обучаемых в процессе обучения. Разработана модель формирования индивидуальной функции цели и анализа динамики изменения мотивации обучаемых. Компьютерное моделирование динамики изменения мотивации обучаемых, с использованием в оптимизационной процедуре метода градиента, показало сходимость частных целевых функций обучаемых к целевой функции обучающего.*

*Ключевые слова: моделирование, точка оптимума, целевая функция, динамика, мотивация, обучение, обучаемые, обучающий,*

В.Є. ХОДАКОВ, А.Є. СОКОЛОВ, Г. В. ВЕСЕЛОВСЬКА  
Херсонський національний технічний університет**МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ МОТИВАЦІЇ ТИХ, ЯКИХ НАВЧАЮТЬ**

*Розглянуто складні, нестационарні задачі моделювання динаміки мотивації тих, яких навчають. За базову концепцію мотивації вибрано прагнення до оптимальної стратегії поведінки. Вивчено задачі змінювання мотивації тих, яких навчають, у процесі навчання. Розроблено модель формування індивідуальної функції мети й аналізу динаміки змінювання мотивації тих, яких навчають. Комп'ютерне моделювання динаміки змінювання мотивації тих, яких навчають, із використанням в оптимізаційній процедурі методу градієнту, показало збіжність часткових цільових функцій тих, яких навчають, до цільової функції того, хто навчає.*

*Ключові слова: моделювання, точка оптимуму, цільова функція, динаміка, мотивація, навчання, ті, кого навчають, той, хто навчає.*

V.YE. KHODAKOV, A. YE. SOKOLOV, G.V. VESELOVSKAYA  
Kherson National Technical University**THE MODEL OF THE MOTIVATION DYNAMICS FOR THE TRAINEES**

*The aim of the article is to consider the problems in modeling the formation dynamics of the of motivation for trainees, in which the formation of the motivation for learning is studied as a complex and non-stationary task. The content of the work (method, results, scope) is as follows. In the system, the main control link of which is the trainer, the function of the trainer goal, which is formed on the basis of past experience and the forecast for the future, initially prevails; in the learning process, the goals of the trainer and the trainees are changing quite dynamically, and the question of the training quality is reflected in the movement direction of the optimum point for the trainee objective function. In this connection: the concept of trainees motivation is based on the notion of "reasonableness" as the desire of trainees to choose the optimal strategy for behavior in the learning process; the problems of changing the motivation of trainees in the learning process are studied; a model was developed for the formation of an individual goal function and analysis of the dynamics for changes in the motivation of trainees. In the environment of the software package MATLAB, modeling in the dynamics of the motivation change for the trainees was carried out, while in the optimization procedure of the model the gradient method was used; the performed simulation showed that the particular target functions of the trainees converge to the target function of the trainee. Conclusions on the article: the proposed models were implemented programmatically and practically studied in the process of solving the problems on modeling the motivation dynamics for trainees at the Department of Information Technologies of the Kherson National Technical University; the conducted experiment allowed to confirm in practice the working capacity of the proposed conceptual and mathematical apparatus, to justify the expediency of its application in order to achieve, as a result, more effective modeling and implementation of the learning processes; the main prospect for the development of the studies carried out is an increase in the number of classes for models under consideration in the dynamics of student motivation and confirmatory computer experiments, and the optimization of their software implementations.*

*Keywords: modeling, optimum point, objective function, dynamics, motivation, training, trainees, trainer,*

### Постановка проблеми

Повышение эффективности обучения является чрезвычайно актуальным вопросом современности, что обусловлено постоянным возрастанием требований к уровню профессиональной подготовки специалистов всех сфер деятельности.

Мотивация играет огромную роль в обучении, поскольку только осознанное стремление что-либо изучить приносит гораздо более ощутимый результат, чем принудительное, немотивированное заучивание. Мотивация представляет собой осознание личностью необходимости и важности для нее изучить или сделать что-либо. Обучение является активным процессом. Без заинтересованности, без желания и стремления человека получить знания (в случае отсутствия цели и мотивации), его невозможно ничему научить [1]. Важно понимать необходимость совершенствования своих навыков. В противном случае, у человека нет мотивации к обучению. Он будет невнимательным к любой информации и сведениям, которые ему предоставляются, что снизит уровень обучения и уровень успешности того, что он делает.

Вопросам исследования и формализации процессов мотивации обучения посвящено достаточно немало научных трудов теоретического и прикладного характера. Вместе с тем, моделированию динамики мотивации обучаемых, рассматриваемому в данной статье под углом зрения задачи сложной и нестационарной, последнее время не уделялось должного внимания.

### Анализ последних исследований и публикаций

Процесс обучения представляет собой своеобразный трудовой процесс, и на него распространяются общая методология и закономерности мотивации обучения. В указанной области получены интересные результаты, большинство из которых вполне применимы к выработке приемов мотивации обучения [1–7]. Разработка мотивационных стимулов является творческим процессом. Каждый индивидуум имеет свои личные цели. Мотивация заключается в том, чтобы согласовать личные цели индивидуума и цели организации. Наиболее гармонично данная задача решается в том случае, если степень достижения личных целей определяется результатами деятельности организации в целом и уровнем вклада в них конкретного человека [1–7]. Потенциальные результаты деятельности отдельного индивида  $P$  определяются по формуле  $P = C \times M$ , где  $C$  – способность (навыки, умения, квалификация) индивида выполнять порученную ему работу, а  $M \leq 1$  – уровень его мотивации (желания выполнять работу) [2, 3]. Мотивированный индивидуум стремится максимизировать свой вклад  $P$ , что, как видно из формулы, возможно, если  $M$  стремится к единице ( $M \rightarrow 1$ ). В указанном случае, индивидуум полностью реализует свои профессиональные возможности, и дальнейший рост  $P$  связан с профессиональным совершенствованием (увеличением  $C$ ) [2, 3]. Исходя из общей характеристики мотивации, мотивационные побуждения человека есть результат воздействия культурной и социально-экономической среды. Побуждения влияют на отношение человека к работе, учебе и к жизни вообще. Мотивирующие побуждения индивида отражают воздействие различных элементов среды, то есть культуры, в которой он сформировался как личность (семьи, школы, религии, книг и т.п.). С учетом образовательной специфики, все типы мотивационных побуждений (в особенности, побуждений к достижениям и принадлежности к определенной группе, мотиваций приобретения компетенций и обладания властью) должны быть приняты во внимание и использованы при выработке мотивационных стимулов обучения [1–7].

### Цель исследования

Целью работы является: определение отдельных составляющих мотивационных процессов обучения и объединение их в систему, предназначенную для обучения коллектива обучаемых, для получения хороших (заданных) результатов в обучении; исследование и моделирование вопросов изменения целей участников мотивационных процессов обучения и реализации новых путей движения при этих изменениях.

### Изложение основного материала исследования

Будем рассматривать далее вопросы моделирования обучения при изменении целеполагания, освещая их под углом зрения исследования и моделирования динамики мотивации обучаемых. Задача формирования мотивации обучения является сложной и нестационарной.

Приступая к изучению некоторого вопроса (темы), обучаемый имеет исходные интересы и представления, что можно описать в виде некоей целевой функции в пространстве ресурсов (например, таких как время и материальные затраты). На первом этапе, обучаемый предполагает оптимальное распределение указанных ресурсов (точку оптимума) и зависимость эффективности обучения от распределения ресурсов (функцию цели). При этом следует учитывать, что для обучаемого, как для разумного существа, функция цели выпукла и, как следствие, унимодальна. Рассматривая систему с обучающим (учителем), следует учитывать его функцию цели, сформированную на основе прошлого опыта и прогноза на будущее. Исходные функции цели учеников и учителя, как правило, будут различными. В процессе обучения, когда изменяется представление о предмете, ученик, вполне естественно, изменяет представление и об оптимальном распределении ресурсов, о зависимости результатов от распределения ресурсов, а, следовательно, ученик изменяет и функцию цели. Вопрос о качестве обучения отражается в направлении движения точки оптимума целевой функции ученика: если учитель прав, то функция цели

ученика смещается в сторону оптимума функции цели учителя; если же учитель неправ, то функция цели ученика дрейфует в противоположном направлении. Важную роль играет аспект наличия ресурса системы. Если, при улучшении результата обучения за счет оптимизации целеположения обучения, обучаемый использует весь результат независимо от других членов учебной группы, то это случай системы без ограничения ресурса.

Далее приведена обобщенная поэтапная схема алгоритма моделирования динамики целеположения в системе "обучаемый – обучающий".  
 Этап 1. Начало (активизация) работы алгоритма.  
 Этап 2. Формирование функции цели учителя.  
 Этап 3. Формирование функций цели учеников.  
 Этап 4. Формирование условий распределения ресурсов.  
 Этап 5. Выбор первой модели ( $i = 1$ ).  
 Этап 6. Определение градиента.  
 Этап 7. Сдвиг частной функции цели.  
 Этап 8. Проверка условия завершения обработки всех моделей.  
 Этап 9. Если результат проверки условия на этапе 8 является положительным (условие оказалось истинным), то – осуществление перехода к этапу 10, иначе – выбор следующей модели ( $i = i + 1$ ).  
 Этап 10. Распределение ресурса.  
 Этап 11. Проверка на оптимум.  
 Этап 12. Если результат проверки условия на этапе 11 является положительным, то осуществление перехода к этапу 13, иначе – возврат к этапу 5.  
 Этап 13. Завершение работы алгоритма.

Если ресурс ограничен и обучаемые получают постоянный в сумме результат, то имеет место система с ограничением ресурса, а поведение обучаемых соответственно изменяется. Реален также случай отсутствия обучаемого, когда целеположение учащихся в группе формируется как среднее либо как оптимум для векторной задачи оптимизации.

На рис. 1 приведена реализация функции цели обучающего в координатах затрат времени и средств.

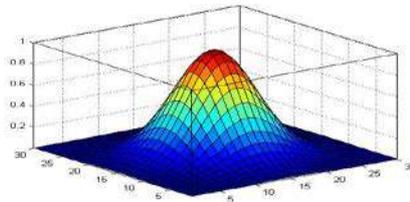


Рис. 1. Функция цели обучающего

Для случая постоянного распределения ресурса для четырех обучаемых, моделирование позволяет определить изменение функций цели (рис. 2).

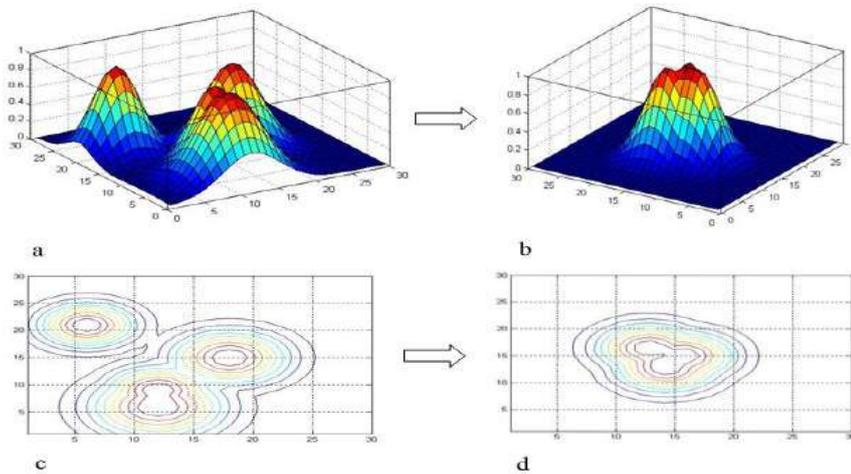


Рис. 2. Изменение функций цели учащихся  $a, b$  и линии равного уровня функций цели  $c, d$

Рассматривая задачу моделирования изменения функции цели обучаемого в процессе обучения, целесообразно отдельно выделить случай отсутствия обучающего. В указанном случае, оптимальное решение определяется неявно собственно учениками в процессе взаимодействия.

Так как каждый из членов коллектива первоначально имеет свое мнение и, соответственно, целевую функцию, то положение точки оптимума решается как векторная задача оптимизации, где выбранная точка достигает наилучшего значения для каждой функции цели.

Данная задача может быть решена с использованием критерия строгого оптимума для вектора функции:

$$\mathbf{x}^* \rightarrow \min \mathbf{f}(\mathbf{x}). \tag{1}$$

При этом критерий оптимальности формируется как задача Лагранжа с дополнительными ограничениями, имеющими смысл равенства функции цели оптимальному значению в точке оптимума:

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}^*) = \mathbf{a}. \tag{2}$$

Используя свойство выпуклости частных функций цели, получаем следующее условие оптимальности:

$$\left. \begin{aligned} \nabla L(\mathbf{x}^*, \boldsymbol{\lambda}^*) &= \mathbf{0} \\ \mathbf{f}(\mathbf{x}^*) - \mathbf{a} &= \mathbf{0} \\ \boldsymbol{\lambda}^{**}(\mathbf{f}(\mathbf{x}^*) - \mathbf{a}) &= \mathbf{0} \end{aligned} \right\}. \tag{3}$$

При этом, множитель Лагранжа принимает следующий вид:

$$\boldsymbol{\lambda}^{**} = \begin{pmatrix} 1 & \lambda_{12} & \lambda_{13} \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & 1 & \lambda_{23} \cdots & \lambda_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \lambda_{m3} \cdots & 1 \end{pmatrix}. \tag{4}$$

Учитывая особенности задачи, а именно, компактное расположение функций цели в области доступных ресурсов, можно упростить решение.

Для заданного вида строго вогнутой функции, которую используем для описания функций цели ученика и учителя:

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_0) = \begin{bmatrix} ue^{-(\mathbf{x}-\mathbf{x}_{01})^2 s} \\ \vdots \\ ue^{-(\mathbf{x}-\mathbf{x}_{0m})^2 s} \end{bmatrix} \tag{5}$$

используем в качестве оценки точки оптимума среднее смещений:

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{0i}. \tag{6}$$

Тогда для каждого компонента вектора цели получаем:

$$ue^{-\frac{1}{m^2} \left( \sum_{i=1}^m x_{0i} - nx_{0i} \right)^2} \xrightarrow{m \rightarrow \infty} \max. \tag{7}$$

Следовательно, чем компактнее расположение функций цели и больше их сходство, тем точнее точка оптимума совпадает со средней координатой частных оптимумов.

Таким образом можно моделировать поведение коллектива обучаемых без обучающего (учеников без учителя), а результаты соответствующего моделирования приведены на рис. 3. Как видно из результатов моделирования, самостоятельная работа группы учащихся без обучающего неэффективна. Группа формирует сходящиеся функции цели, но сходятся они к точке, оцениваемой группой, без учета предыдущего опыта. Таким образом, задача обучения с полной свободой учащихся практически не решается.

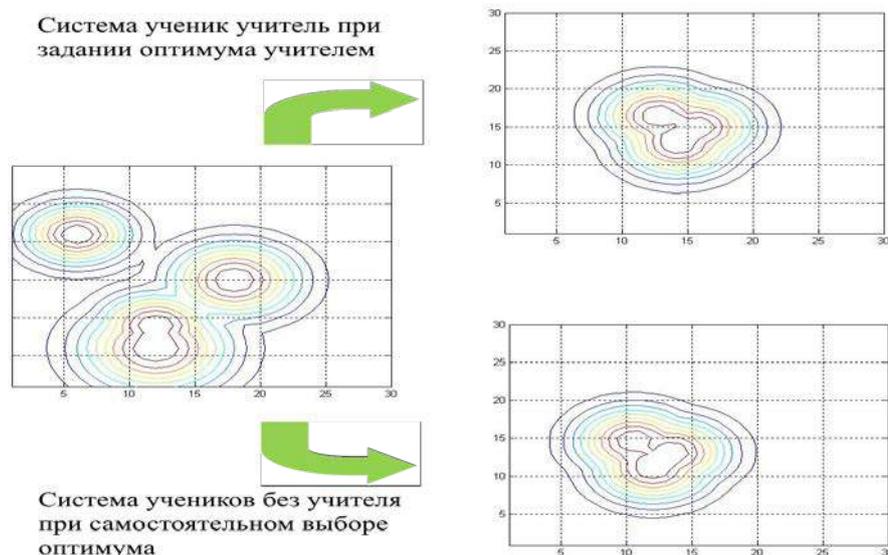


Рис. 3. Моделирование изменения функций цели в системе "обучаемый – обучающий" при наличии и отсутствии обучающего (справа на рисунке представлены результирующие функции цели)

Возможности моделирования динамики целеположения обучаемых не исчерпываются рассмотренными выше задачами. Существующие реалии предполагают еще достаточно много факторов, влияющих на формирование мотивации, которые выходят за рамки данного исследования в силу отсутствия доступных методов воздействия на них.

Кроме рассмотренного случая независимости величины получаемого индивидуального ресурса от результатов остальных членов группы, представляет интерес случай ограниченного ресурса. В этом случае, общий суммарный выигрыш неизменен, и возникают сложные траектории смещения функций цели.

#### Выводы

Рассмотрены задачи изменения мотивации обучаемых в процессе обучения, в соответствии с чем получены приведенные ниже новые результаты. В основу представления о мотивации обучаемого положено представление о "разумности" как о стремлении выбрать оптимальную стратегию поведения. Гипотеза "разумности" определяет выбор выпуклых функций цели в задачах моделирования мотивации обучаемого. Предложена математическая модель формирования индивидуальной функции цели и анализа динамики изменения мотивации обучаемых. В среде MATLAB выполнено моделирование динамики изменения мотивации группы обучаемых. В оптимизационной процедуре модели использован метод градиента, как наиболее естественный подход для данной задачи. Моделирование показало, что, при неограниченном ресурсе, в системе с обучающим частные целевые функции обучаемых сходятся в процессе обучения к целевой функции обучающего. В случае отсутствия обучающего, предположен выбор прогнозируемого оптимума как решение векторной задачи оптимизации. При моделировании, в этом случае, частные целевые функции сходятся к общей цели, но точка оптимума определяется не истинным ее положением, а интересами коллектива учеников, что ослабляет результаты обучения. Предложенная модель позволяет рассматривать задачи с ограниченным ресурсом.

#### Список использованной литературы

1. Петров Э.Г. Современные технологии обучения в высшей школе / Э.Г. Петров, Л.Н. Радванская, Н.В. Шаронова. – Харьков: Коллегиум, 2007. – 172 с.
2. Hellriegel D. Organizational Behavior / Instructor's Resource Guide to Accompany. Seventh edition / D. Hellriegel, J. Slocum, R. Woodman. – New York: West Publishing Company, 2003. – 559 p.
3. Шаронова Н.В. Организационное поведение / Н. В. Шаронова. – Харьков: ХПИ НУА, 2001. – 187 с.
4. Lippke S. Testing two principles of the health action process approach in individuals with type 2 diabetes / S. Lippke, R. C. Plotnikoff // Health Psychology. – 2014. – 33(1). – P. 77-84
5. Schwarzer R. Mechanisms of Health Behavior Change in Persons With Chronic Illness or Disability: The Health Action Process Approach (HAPA) / R. Schwarzer, S. Lippke, A. Luszczynska // Rehabilitation Psychology. – 2011. – Vol. 56(3). – P. 161-170.
6. Wiedemann A.U. Multiple plans and memory performance: results of a randomised controlled trial on fruit and vegetable intake / A.U. Wiedemann, S. Lippke, R. Schwarzer, // Journal of Behavioral Medicine. – 2012. – Vol. 35. – P. 387-392.

7. Ziegelmann J.P. Use of Selection, Optimization, and Compensation strategies in health self-regulation: Interplay with resources and successful development / J.P. Ziegelmann, S. Lippke // *Journal of Aging and Health*. – 2007. – Vol. 19. – P. 500-518.
8. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Физматлит, 2007. – 256 с.
9. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / В.Д. Ногин. – М.: Физматлит, 2005. – 176 с.
10. Карпенко А.П. Популяционные методы аппроксимации множества Парето в задаче многокритериальной оптимизации Обзор. / А.П. Карпенко, А.С. Семенихин, Е.В. Митина // Электронное издательство НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ: Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". – Эл № ФС 77 – 48211. – 2012.
11. Лутманов С.В. Курс лекций по методам оптимизации / С.В. Лутманов. – Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. – 368 с.