

АДАПТИВНАЯ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПСИХОЛОГО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ СТУДЕНТОВ

© 2014 Б.А.Титов¹, Р.И.Суров²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет

²Самарский государственный университет путей сообщения

Статья поступила в редакцию 15.07.2014

В данной статье рассмотрена структура адаптивной персонифицированной системы мониторинга психолого-деятельностных состояний респондентов применительно к студентам технических вузов. Приводится математическая модель усвоения учебного материала с учётом мотивации и инерционности психолого-деятельностных процессов, которая использует результаты мониторинга.

Ключевые слова: адаптация, персонификация, автоматизация, мониторинг, усвоение, математическая модель, инерционность, мотивация, психолого-деятельностные процессы.

Введение. Научные основы мониторинга профессиональных знаний в современной педагогике являются относительно новой областью исследований. Согласно принятому мнению¹, «тесты представляют собой совокупность заданий, которые позволяют дать объективную сопоставимую и даже количественную оценку качества подготовки обучаемого в заданной образовательной области». С другой стороны измеримость качества образования открывает широчайшие возможности для управления учебным процессом – от корректировки содержания образовательных стандартов и рабочих программ до совершенствования самих методов преподавания, в том числе методов стимулирования самостоятельной работы студентов. В соответствии с фундаментальным принципом общей теории управления², если вектор состояния исходной динамической системы или процесса является полностью измеримым (или идентифицируемым в случае неполноты измерений), то эта система или процесс являются управляемыми. Именно эта параллель между дидактикой и общей теорией управления позволяет рассматривать современные дидактические процессы как управляемые динамические процессы. В настоящей работе анализируется структура адаптивной персонифицированной системы мо-

нитинга психолого-деятельностных состояний студентов, которая позволяет оперативно тестировать последних на предмет определения наиболее важных личностных характеристик: 1) определение объемов потерь учебной информации, вызванных несовершенством механизма памяти (тесты GEKOBS-M, OPMS-M); 2) определение объемов потерь учебной информации, за счет нарушения концентрации, устойчивости и распределения внимания (тесты MUNSTER, BURDON); 3) определение объемов прироста учебной информации за счет формирования умозаключений (тесты WNI-MANIE, RAST); 4) определение объемов прироста учебной информации за счет самоорганизации и самостоятельной учебной работы (тест KETTEL); 5) определение насыщения процесса усвоения учебного материала студентом (тест BURDON-2).

Далее результаты мониторинга после соответствующей обработки пересчитываются в коэффициенты математической модели усвоения, представляющей собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка относительно функции усвоения, мотивационной составляющей и скоростей изменения функции усвоения и мотивационной составляющей³. При этом термин «персонификация» в данном случае не требует комментариев, что же касается адаптивности, то это свойство рассматриваемой системы проявляется именно в процессе самого мониторинга психолого-деятельностных состояний студентов, поскольку по

⁰ Титов Борис Александрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой организации и управления перевозками на транспорте.

E-mail: titov@ssau.ru.

Суров Роман Игоревич, аспирант кафедры высшей математики. E-mail: rn-d@mail.ru.

¹ Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов. – М.: 2001. – 296 с

² Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. – М.: 1976. – 424 с.

³ Рябинова Е.Н., Титов Б.А. Феноменологическая модель усвоения учебного материала с учетом фактора мотивации // Вестник СГАУ. – 2006. – №1(9). – С. 246 – 258.

мере его проведения (с частотой, например, один-два раза в неделю, то есть, на каждом занятии по данной дисциплине) происходит постоянное уточнение (адаптация) получаемых результатов персонально по каждому респонденту.

1. *Состояние и порядок разработки системы мониторинга.* При разработке системы учитывались следующие основные свойства процесса усвоения: 1) определённая часть учебной информации неизбежно забывается в силу несовершенства механизма человеческой памяти⁴; 2) имеет место отвлечение учащихся от учебного процесса, что также приводит к утрате части учебной информации⁵; 3) часть утраченной учебной информации может быть восстановлена за счёт формирования умозаключений и регламентированной самостоятельной работы⁶; 4) процесс усвоения характеризуется свойствами инерционности и насыщения, что происходит по причинам психологического и физиологического характера⁷, и не зависит от вида (статуса) учебной информации; 5) учебная информация содержит так называемую мотивационную составляющую, которая инициирует у учащихся определённый интерес к овладению изучаемым предметом⁸.

Учёт этих особенностей процесса усвоения позволил разработать модель усвоения и определить структуру системы мониторинга психолого-деятельностных состояний студентов, определяемой пятью личностными характеристиками, перечисленными во введении к настоящей статье. Программный продукт, реализующий систему мониторинга, работает следующим образом. Реализация в нём системы сбора, хранения и анализа персонифицированных данных студентов требует для преподавателя

вначале зарегистрироваться в программе, затем завести в программу учебную группу, а затем каждый студент группы регистрируется в этой программе самостоятельно, включая себя в состав учебной группы.

Далее выполняется процесс мониторинга психолого-деятельностных состояний студентов в среде данного программного продукта. Результаты мониторинга фиксируются, формируя базу данных с информацией вначале по каждому студенту персонально, затем по группе студентов и далее по потоку в целом. При этом данные, собранные программой, могут быть проанализированы на разных уровнях, что позволяет непосредственно исследовать учебный процесс каждого студента. Для построения перспектив обучения студента, создания его индивидуального плана обучения используется подпрограмма построения прогностических траекторий обучения и входящий в неё модуль калибровки коэффициентов модели усвоения. Прогностические траектории усвоения вычисляются на основе знания модели усвоения учебного материала.

2. *Модель усвоения учебного материала.* Рассмотрим один из возможных подходов к построению модели усвоения учебного материала, основанный на применении современной теории управления⁹. Введём следующие обозначения: $\Delta Y_j(t)$ – объём усвоенной нормированной учебной информации за заданный промежуток времени Δt , измеряемый от момента начала трансляции учебного материала учащимся до момента квалиметрии; $\Delta Z_j(t)$ – объём транслируемой нормированной учебной информации за промежуток времени Δt ; $\Delta M_j(t)$ – объём мотивационной составляющей нормированной учебной информации.

Под нормированным объёмом учебной информации понимается отношение $\Delta Y^p_j(t)/\Delta Y^{cm}_j(t)$, где $\Delta Y^p_j(t)$ – реально усвоенный объём учебных элементов на момент времени t ; $\Delta Y^{cm}_j(t)$ – объём учебных элементов, подлежащих усвоению в соответствии со стандартом обучения по данной дисциплине на тот же момент времени t .

Перечисленные выше величины определяют для j -го уровня учебных задач ($j = \overline{1,4}$) в

⁴ *Аткинсон Р.* Человеческая память и процесс обучения. – М.: 1980. – 528 с.

⁵ *Рябинова Е.Н., Титов Б.А.* Формирование учебной нагрузки в процессе обучения // Сб. тр. Всеросс. научно-методич. конф. «Системный подход к обеспечению качества высшего образования», 27, 28 января 2000 г., Тольятти. – Тольятти: 2000. – С.130 – 137.

⁶ *Рябинова Е.Н., Титов Б.А.* К построению модели обучения с повторением изучаемого материала // Межвуз. сб. науч. тр. «Наука, техника, образование г. Тольятти и Волжского региона». – Ч. 1. – Тольятти: 2000. – С.73 – 75.

⁷ *Рябинова Е.Н., Титов Б.А.* Формирование учебной нагрузки в процессе обучения – С.130 – 137.

⁸ *Рябинова Е.Н. Титов Б.А.* О мотивации учебной деятельности // Материалы Всеросс. научно-практич. конф. «Управление качеством образования в вузах», 24 – 26 сентября 2003 г., Самара, СамГТУ. – Самара: 2003. – С.128 – 130.

⁹ *Андреев Ю.Н.* Управление конечномерными; *Цыпкин Я.З.* Основы теории автоматических систем. – М.: 1977. – 560 с.

соответствии со структуризацией учебного материала¹⁰. С учётом введённых обозначений уравнения в конечных разностях баланса информации в дидактической системе для заданного промежутка времени Δt будут иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} \Delta Y_j(t) &= k_1(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij} \Delta Z_j(t) - v_{ij} Y_j(t) \Delta t + v_{ij} M_j(t) \Delta t, \\ \Delta M_j(t) &= k_2(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij} \Delta Z_j(t) - \eta_{ij} M_j(t) \Delta t, \\ k_1 + k_2 &= 1; \quad i = \overline{1, N}; \quad j = \overline{1, 4}. \end{aligned} \right\} (1)$$

Здесь коэффициенты α , β , γ характеризуют соответственно объём теряемой учебной информации за счёт отвлечения учащихся от процесса усвоения, а также прирост объёма учебной информации за счёт формирования умозаключений и регламентируемой самостоятельной работы; коэффициенты v и η характеризуют потери объёмов учебной информации и ее мотивационной составляющей, вызванные несовершенством механизма человеческой памяти; коэффициенты α , β , γ , v , η определяются для i -го момента квалиметрии и j -го уровня учебных задач; коэффициенты k_1 и k_2 определяют соотношение между объёмом учебной информации, подлежащей усвоению, и объёмом мотивационной составляющей учебной информации.

Таким образом, первое слагаемое в правой части первого уравнения в (1) представляет собой ту часть транслируемой учебной информации, которая может быть усвоена; второе слагаемое определяет потери информации, обусловленные забыванием, а третье слагаемое – пополнение учебной информации за счёт мотивационной составляющей. В правой части второго уравнения в (1) первое слагаемое – мотивационная составляющая учебной информации, а второе слагаемое – ее потери, вызванные несовершенством механизма памяти.

Разделим левую и правую часть первого уравнения из (1) на $v_{ij} \Delta t$, а второго уравнения – на $\eta_{ij} \Delta t$, перейдем к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$ и в результате получим: (2)

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{v_{ij}} \frac{dY_j(t)}{dt} + Y_j(t) &= k_1 \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij}}{v_{ij}} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t), \\ \frac{1}{\eta_{ij}} \frac{dM_j(t)}{dt} + M_j(t) &= k_2 \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij}}{\eta_{ij}} \frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ i &= \overline{1, N}; \quad j = \overline{1, 4}. \end{aligned} \right\}$$

Введём обозначения:

$$\frac{1}{v_{ij}} = 2T_{ij} \xi_{ij}; \quad \frac{1}{\eta_{ij}} = T_{M_{ij}};$$

$$k_1 \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij}}{v_{ij}} = k_{ij}; \quad k_2 \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)_{ij}}{\eta_{ij}} = k_{ij}^M.$$

В результате (2) переписывается в виде:

$$\left. \begin{aligned} 2T_{ij} \xi_{ij} \frac{dY_j(t)}{dt} + Y_j(t) &= k_{ij} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t), \\ T_{M_{ij}} \frac{dM_j(t)}{dt} + M_j(t) &= k_{ij}^M \frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ i &= \overline{1, N}; \quad j = \overline{1, 4}. \end{aligned} \right\} (3)$$

Учтём в полученной модели усвоения учебной информации важный аспект дидактического процесса, а именно, его инерционность. Для этого в первое уравнение (3) введём инерционный член, пропорциональный второй производной от функции усвоения. А во второе уравнение (3) также введём инерционный член, пропорциональный второй производной от мотивационной составляющей процесса усвоения. В результате будем иметь:

$$\left. \begin{aligned} T_{ij}^2 \frac{d^2 Y_j(t)}{dt^2} + 2T_{ij} \xi_{ij} \frac{dY_j(t)}{dt} + Y_j(t) &= k_{ij} \frac{dZ_j(t)}{dt} + M_j(t), \\ T_{M_{ij}}^2 \frac{d^2 M_j(t)}{dt^2} + 2T_{M_{ij}} \xi_{M_{ij}} \frac{dM_j(t)}{dt} + M_j(t) &= k_{ij}^M \frac{dZ_j(t)}{dt}, \\ i &= \overline{1, N}; \quad j = \overline{1, 4}. \end{aligned} \right\} (4)$$

Первое уравнение (4) определяет нарастание объёма усвоенной информации в зависимости от скорости трансляции $dZ_j(t)/dt$ учебного материала и мотивационной составляющей $M_j(t)$, а второе уравнение определяет нарастание объёма усвоений мотивационной составляющей только в зависимости от скорости трансляции. Производная $dZ_j(t)/dt$ выступает в роли управляющей переменной. Если каким-либо способом эта величина может быть задана через переменные $Y_j(t)$, $dY_j(t)/dt$, $M_j(t)$, $dM_j(t)/dt$, то система (4) становится замкнутой и совместной и может быть проинтегрирована при заданных начальных условиях. Три потока циркулирующей информации: усваиваемая $Y_j(t)$, транслируемая $Z_j(t)$ и мотивационная $M_j(t)$ находятся в определённом балансе и определяют суть процесса усвоения в дидактической системе.

¹⁰ Рябинова Е.Н., Титов Б.А. Феноменологическая модель усвоения учебного материала..... – С. 246 – 258.

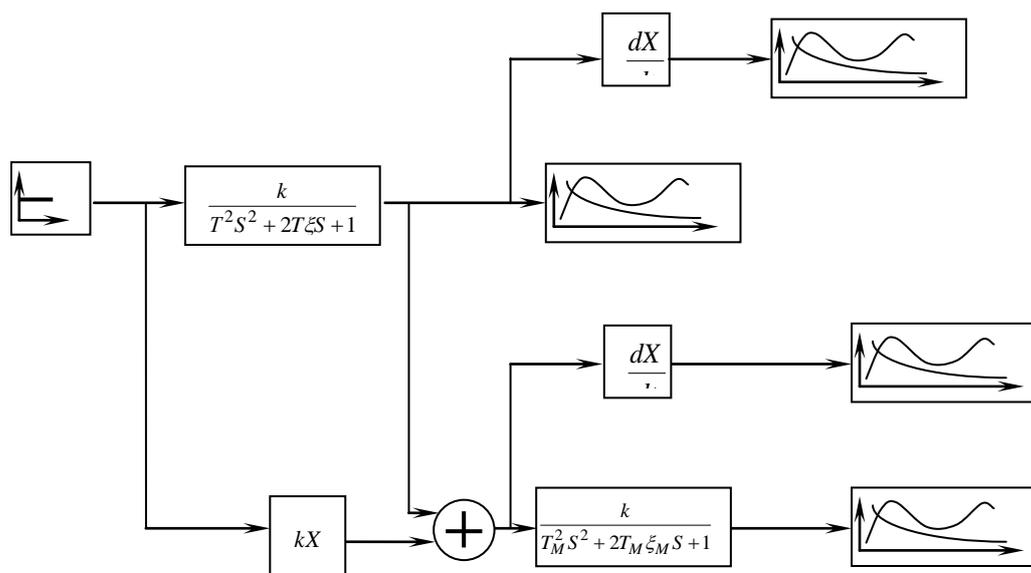


Рис. 1. Структурная схема моделирования системы (4) в среде «МВТУ» ver. 3.7

Особо следует оговорить выделение из общего объема транслируемой учебной информации так называемой мотивационной составляющей. На основе современных представлений¹¹ «под мотивацией следует понимать генетическое стремление человека к самореализации в определенных видах деятельности в соответствии с его врожденными задатками – способностями». Это активное и устойчивое стремление реализуется в конкретные достижения, когда создаются необходимые условия. В этой связи будем считать, что весь объем учебной информации, транслируемой учащимся, должен содержать информацию, способствующую развитию генетического стремления человека к обучению по данной дисциплине. Например, специально подобранный лекционный материал, практические или лабораторные занятия, разработанные тестовые задачи и т.п. Важно отметить, что мотивационная составляющая учебной информации должна быть величиной измеримой, исчисляемой количеством учебных элементов.

Рассмотрим собственные свойства системы (4), положив вместо управляющей функции $dZ_j(t)/dt$ функцию Хевисайда $hev(t)$. В результате система (4) может быть проинтегрирована любым из известных численных методов.

Проинтегрируем систему (4), используя программный комплекс «Моделирование в технических устройствах» («МВТУ» ver. 3.7) – со-

временную среду интеллектуального САПР, предназначенную для детального исследования и анализа нестационарных процессов в любых технических, социальных и экономических системах, описание динамики которых может быть реализовано методами структурного моделирования¹². Для этой цели на основе применения преобразования Лапласа построим структурную схему модели усвоения в следующем виде (рис. 1).

Результат интегрирования системы (4) может быть проиллюстрирован следующим графиком (рис. 2), где по оси абсцисс отложено время обучения, измеряемое в условных единицах времени (в данном случае в неделях), а по оси ординат – нормированное число усвоенных учебных элементов, представленное в долях единицы. Таким образом, площадь под кривой функции усвоения представляет собой суммарное число учебных элементов, которые подлежат усвоению в течение, например, семестра в соответствии с имеющимся стандартом обучения по данной дисциплине:

$$\int_0^T Y(t) dt = J = const \quad (5)$$

¹¹ Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – М.; Воронеж: 2002. – 352 с.

¹² Остапенко Р.И. Структурное моделирование в психологии и педагогике: проблемы науки и образования // Перспективы науки и образования: электрон. науч.-практ. журн. – 2013. – №2 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pnojjournal.wordpress.com/archive> (02.06.2013).

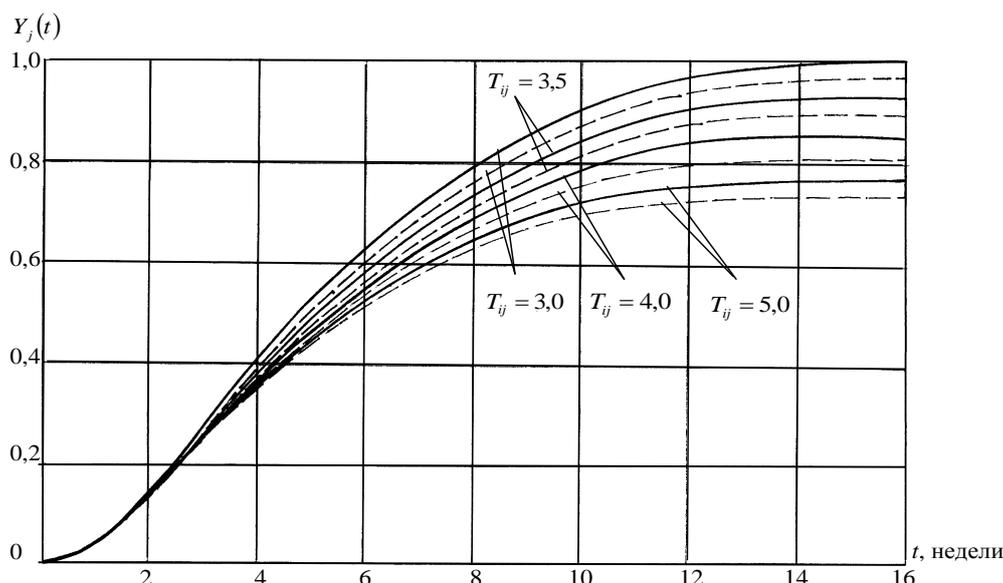


Рис. 2. Зависимость функции усвоения от времени для различных значений постоянной времени T_{ij} [ед. времени]

При проектировании технологии обучения, опирающейся на вышеизложенные соображения, эта величина является заданной. На рис. 2 представлены четыре пары кривых усвоения, соответствующие разным значениям постоянной времени T_{ij} . Остальные параметры системы (4) приняты следующими: $\xi_{ij} = 1$; $k_{ij} = 1,0$ [нормированные учебные элементы]; $k_{ij}^M = 0,05$ [нормированные учебные элементы]; $T_M = 10,0$ [ед. времени].

Из множества кривых усвоения $Y_j(t)$, получаемых при различных значениях параметров системы (4), можно определить такую, которая при $t = T$ будет иметь значение, равное единице: $Y_j(T) = 1$. Будем называть её эталонной траекторией усвоения, поскольку площадь под такой кривой, выраженная произведением числа учебных элементов на время, будет соответствовать, согласно (6), стандарту обучения.

Например, по курсу линейной алгебры в высшем учебном заведении в соответствии с существующим ныне Государственным стандартом общее число учебных элементов, согласно предложенной структуризации¹³, по всем четырем уровням учебных задач будет составлять 750 ...800. Таким образом, для данного курса это число учебных элементов в соответствии с

рассматриваемой моделью усвоения учебного материала должно быть равно величине площади криволинейного треугольника, ограниченного снизу линией абсцисс, справа вертикальной прямой $t = T$, а сверху – кривой усвоения $Y_j(t)$ (рис. 2).

Мотивационная составляющая $M_{ij}(t)$ рассматриваемого учебного процесса представлена на рис. 3. Эта зависимость является идентичной для всех четырёх случаев расчёта модели (4) и аналогично зависимости $Y_{ij}(t)$ также имеет выраженный инерционный участок, являющийся следствием проявления свойств инерционности самого процесса усвоения учебного материала, а именно, инерционности психологических процессов.

Полученная модель (4), таким образом, является более точной моделью усвоения по сравнению¹⁴, поскольку в ней учтён механизм инерционности при усвоении не только основного массива транслируемой учебной информации, но и его мотивационной составляющей.

¹³ Рябинова Е.Н., Титов Б.А. Феноменологическая модель усвоения учебного материала. – С. 246 – 258.

¹⁴ Рябинова Е.Н., Титов Б.А. Феноменологическая модель усвоения учебного материала. – С. 246 – 258.

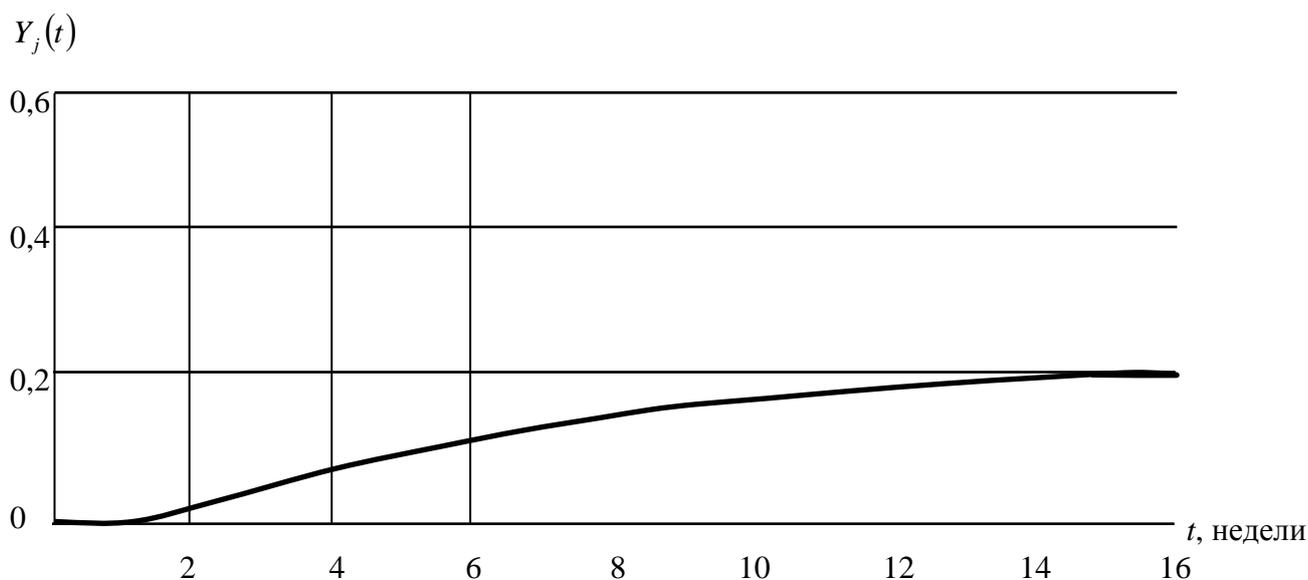


Рис. 3. Мотивационная составляющая учебного процесса. Постоянная времени $T_M = 3.0$

ADAPTIVE PERSONIFIED SYSTEM OF MONITORING STUDENTS' PSYCHOLOGICAL AND ACTIVITY STATES

© 2014 B.A.Titov¹, R.I.Surov²

¹ Samara State Aerospace University

² Samara State Transport University

The paper focuses on the adaptive personified system of monitoring psychological and activity states of respondents as exemplified in technical university students. The authors present the mathematical model of adopting the course material with regard to motivation and persistence of the psychological and activity states that takes into account the results of the monitoring.

Keywords: adaptation, personification, computerization, monitoring, adopting, mathematical model, persistence, motivation, psychological and activity processes.

^o Boris Aleksandrovich Titov, Doctor of Engineering, professor, head of Department of Organization and Management of Transporting. E-mail: titov@ssau.ru
Roman Igorevich Surov, postgraduate of Department of Advanced Mathematics. E-mail: rn-d@mail.ru