

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО АДАПТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ**

Матвеев А.В., Парамонов А.И., Медведев С.А.

Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь

matveev@bsuir.by, a.paramonov@bsuir.by, msa@bsuir.by

В статье рассматривается подход по организации адаптивного образовательного процесса специалистов в разрезе построения индивидуальных траекторий изучения тематических модулей. Предлагается описание обобщенного алгоритма изучения дисциплины как последовательности тематических блоков. Определены критерии, на основе которых возможно построение индивидуальных траекторий для эффективного изучения материала студентами с учетом их

особенностей и возможностей. Показано влияние эффекта памяти на основе кривой забывания изучаемого материала. Описан пример использования предложенного подхода.

Ключевые слова: адаптивное обучение; индивидуальная траектория обучения; алгоритм; информационные технологии.

Быстрое развитие цифровых технологий вносит значительные корректировки в текущую повестку организации современного образовательного процесса. Все больше акцент смещается в сторону индивидуализированного обучения. В полной мере реализовать основные принципы индивидуального развития и подготовки специалиста позволяет адаптивный подход. Основные принципы данного направления заключаются в необходимости учета особенностей каждого из обучающихся и, соответственно, гибкости образовательного процесса. Одним из ключевых элементов в этом направлении развития системы обучения является разработка эффективных алгоритмов формирования индивидуальной траектории обучения для каждого обучающегося. Это возможно благодаря формированию новой образовательной среды, поддерживающей все звенья учебного процесса с учетом индивидуальных возможностей обучающихся.

Траекторию подготовки специалиста можно рассматривать с разной степенью детализации, от уровня модулей учебных дисциплин до тематических блоков в рамках каждой дисциплины. При организации адаптивного образовательного процесса по специальности предполагается возможность выстраивания альтернативных цепочек изучения материала, которые состоят из разных наборов дисциплин (модулей). В свою очередь представление материала по каждой дисциплине рассматривается в виде набора элементарных тематических блоков, от наполнения и последовательности которых зависит потенциал выстраивания индивидуальной траектории [1].

Очень часто обучение предполагает организацию учебного процесса, при которой усвоение знаний происходит в определенной и заранее установленной последовательности. Однако процесс изучения дисциплины не всегда следует рассматривать как строго предопределенный, последовательный порядок изучения предлагаемых тем. Порядок необходимых для изучения тем можно определить как составляющую индивидуальной траектории обучаемого относительно дисциплины. Различные разделы или блоки материала в рамках дисциплины могут изучаться независимо друг от друга. В таком случае, в индивидуальной траектории могут образоваться параллельные ветви. А индивидуальный образовательный маршрут можно рассматривать как алгоритм действий обучаемого на некотором фиксированном этапе его обучения.

Если рассматривать образовательный процесс подготовки специалиста, в частности на базе уже имеющегося образования, то довольно часто имеет место ситуация, когда обучаемый приступает к изучению некоторой дисциплины уже имея некоторый базовый уровень знаний по отдельным темам данной дисциплины. В этой связи для выстраивания индивидуальной траектории обучения такого ученика важно точно определить темы, которые он уже освоил. С этой целью изучение материала должно начинаться с контроля текущего уровня знаний (предварительного тестирования). В последующем в ходе прохождения тематического плана осуществляется дополнительный текущий контроль по ключевым темам, по результатам которого корректируется индивидуальная траектория изучения дисциплины. Полученная промежуточная оценка знаний является основным критерием для определения текущего уровня знаний обучаемого по дисциплине.

Кроме того, в разрезе прохождения изучения дисциплины на уровень текущих знаний влияет процесс забывания информации. Особенно важно учитывать критерий «забывания» в процессе обучения на протяжении длительных временных периодов (например, в течение нескольких месяцев – семестр, учебный год). Исследованиями памяти и процессом осмысления информации занимался известный немецкий психолог Эббингауз [2]. В своих работах он показал, что скорость забывания информации удовлетворительно аппроксимируется функцией:

$$R(t) = \frac{k}{\lg t + c},$$

где t – время в минутах, коэффициенты k и c рассчитаны для запоминания информации без ассоциативной связи и равны соответственно 1,84 и 1,25.

Изучение дисциплин представляет собой процесс усвоение осмысленной информации. Согласно последним исследованиям Эббингауза для такого типа информации уже через день и через четыре дня, соответственно, уровень усвоения информации составит 75% и 70%. Кривая забывания будет иметь вид, как представлено на рисунке 1. Таким образом, для повышения уровня усвоения информации либо фиксации его на необходимом уровне следует использовать повторения при изучении материала.

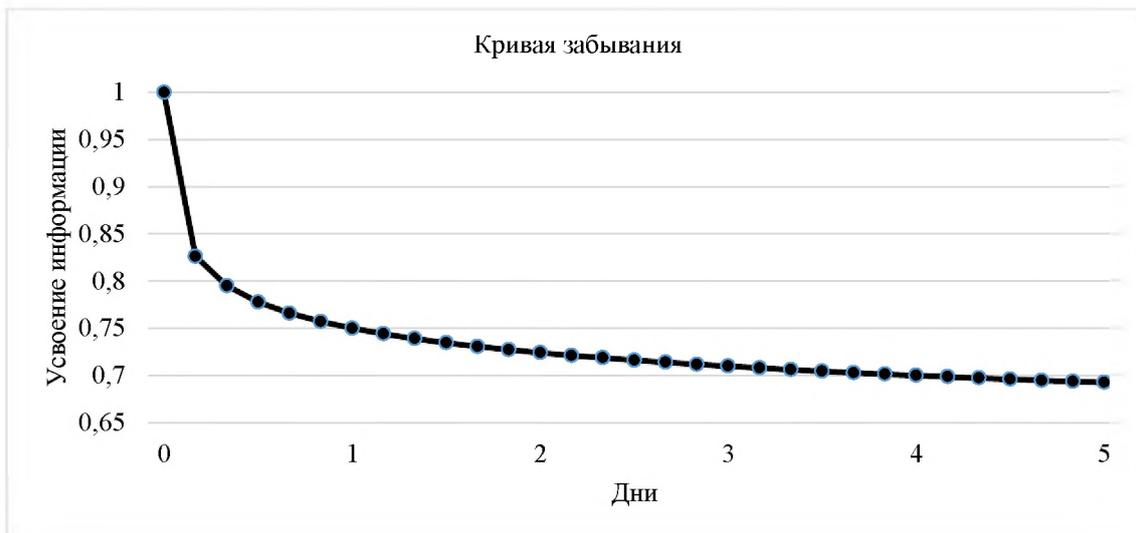


Рисунок 1 – Кривая забывания Эббингауза для осмысленной информации

Рассмотренные критерии оценки текущего уровня знаний обучаемого предлагается использовать в обобщенном алгоритме работы системы адаптивного обучения [3] для построения индивидуальной траектории на уровне прохождения дисциплины. При подготовке материалов по каждой теме, либо тематическому блоку, необходимо установить, какие темы для изучения текущей должны быть уже усвоены и на каком уровне. С этой целью вводится механизм зависимостей между темами и устанавливаются соответствующие весовые коэффициенты на переходы между темами.

Например, существует определенный объем материала, необходимый для изучения дисциплины, который можно разбить на семь тематических блоков Т1–Т7 (рисунок 2, а). В процессе предварительной оценки знаний (входной тест) возможна ситуация, когда текущий уровень знаний обучаемого по некоторым темам удовлетворяет заданному порогу, то есть позволяет обучаемому пропустить изучение этих тем и перейти к следующим. Допустим, по результатам предварительного входного теста получаем, что студент хорошо знает темы Т1, Т4 и Т5. Это означает, что он их проходил ранее вне этого предмета. На основании этого появляется возможность сформировать для обучаемого предварительную индивидуальную траекторию прохождения дисциплины (рисунок 2, б). При этом кроме текущего уровня знаний для каждой темы вводится еще счетчик повторений изученного материала (обозначим как r), а также время, прошедшее с момента последней итерации изучения (повторения) темы (обозначим как t). Эти параметры будем учитывать при построении кривой забывания изученного материала. В случае если с момента последнего повторения прошло более 24 часов ($t > 24$) и общее количество повторов менее четырех ($n < 4$), тогда возникает предпосылка для повторения материалов по теме. В остальных случаях будем считать, что текущий уровень знаний обучаемого является актуальным и достаточным. Для мониторинга текущего уровня знаний в процессе прохождения дисциплины каждая тема имеет итоговый тематический контроль, по результатам которого вычисляется уровень знаний обучаемого по данной теме.

На примере (рисунок 2, а) видно, что для изучения второй темы (Т2) необходимо изучить тему Т1, а для изучения тем Т3 и Т4 необходимы знания по теме Т2. И далее по цепочке. Соответственно, в общем случае необходимо определить, насколько актуальны полученные знания по теме T_i , чтобы перейти к изучению темы T_j ($j > i$). Если входной контроль определил достаточный уровень знаний по некоторому набору тем, то количество повторов для этих тем устанавливается равное нулю ($n = 0$). В силу того, что мы не знаем, когда они были изучены, а значит, не можем гарантировать долгосрочность этих знаний. Но если к теме Т2 приступить в течение 24 часов после выполнения теста ($t < 24$), то текущий уровень знаний по Т1 считается актуальным и реализуется альтернативная индивидуальная траектория (рисунок 2, б). Однако если спустя 24 часа после теста обучение по соответствующей теме не начато, то мы возвращаемся к базовой последовательной траектории обучения с текущей позиции в ней, либо заново проходим тест (n в этом случае увеличивается для повторно сданных тем). Если после прохождения блока Т2 итоговый тест показал недостаточные знания, то либо повторяется Т2, либо возвращаемся к блоку Т1.

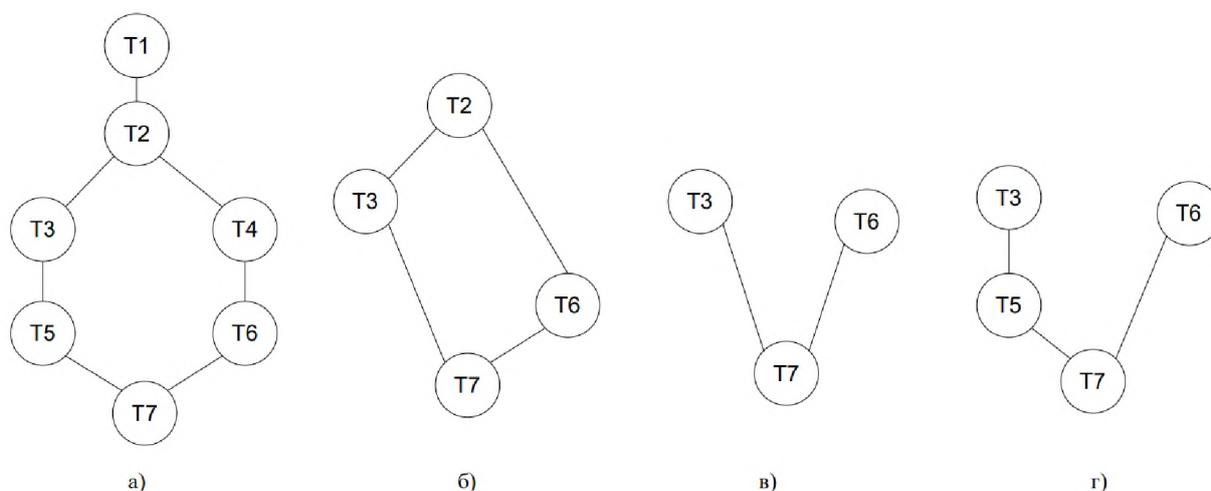
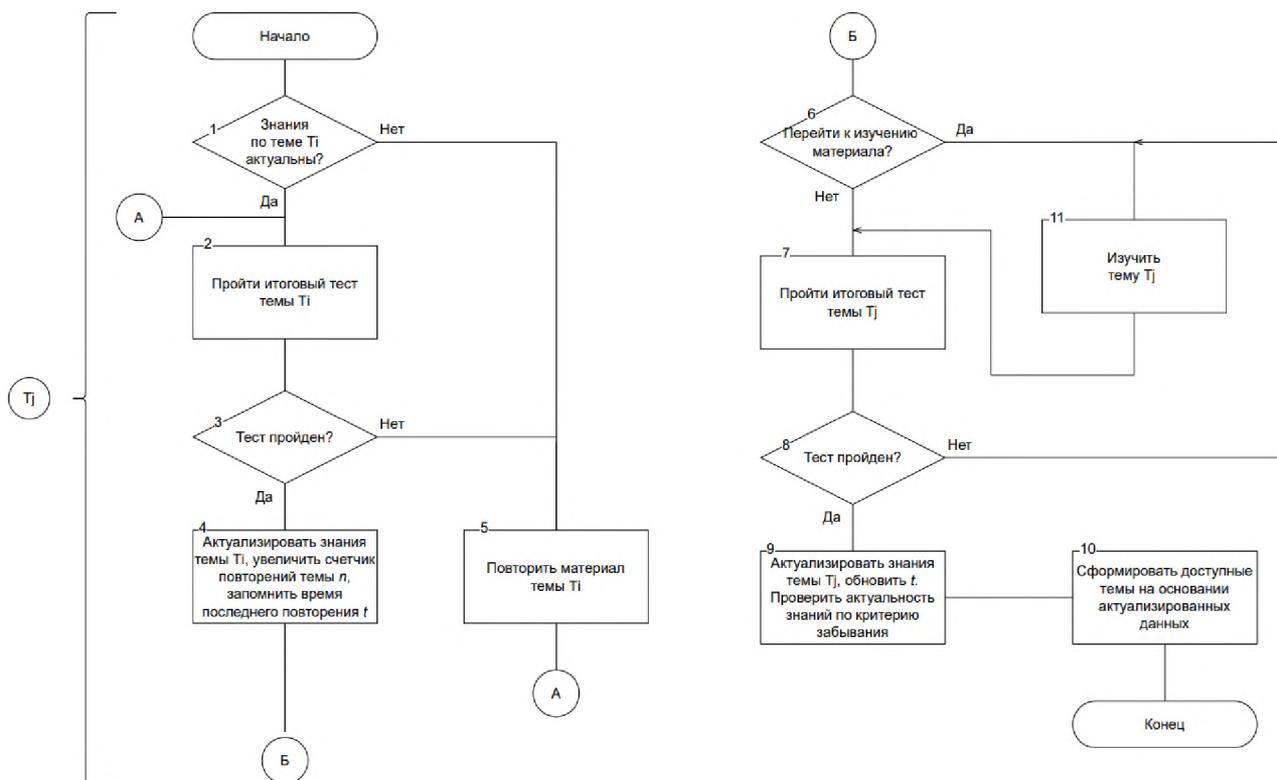


Рисунок 2 – Изменение траектории обучения дисциплине по мере прохождения тем с учетом эффекта забывания

Таким образом, можно описать обобщенный алгоритм изучения каждой отдельной темы (T_j), которая предполагает входной порог знаний по заданной теме T_i . Схема алгоритма представлена на рисунке 3. Предложенный алгоритм реализует процесс изучения любой доступной обучаемому темы и позволяет определить расширенную зависимость тематического блока T_j от множества тем, которые могут быть представлены в виде структуры $a_j = \{T_k\}$, где k – количество тем от которых зависит тема T_j .

На первом шаге алгоритма (рисунок 3) проверяется актуальность знаний по темам, которые уже были изучены и связаны с текущей темой. Знания можно считать актуальными, когда выполняются следующие условия: 1) значение уровня знаний на основе последнего тестирования имеет допустимое значение, 2) интервал времени между последним тестированием и моментом проверки актуальности составляет менее 24 часов либо количество повторений материалов проверяемой темы больше четырех. В случае если уровень знаний проверяемой темы не является актуальным (блок-решение 1), тогда обучаемому необходимо повторить тему (блок 5), либо дополнительно подтвердить уровень знаний прохождением итогового теста по проверяемой теме (блок 2). После чего актуализируется значение текущего уровня знаний по проверяемой дисциплине (значение, полученное по результатам тестирования), обновляется время последнего прохождения теста, а также увеличивается счетчик количества повторений материала темы (блок 4). В противном случае обучаемый направляется к изучению текущей темы. На следующем шаге (блок-решение 6) обучаемому предоставляется возможность выбора: перейти к изучению материала, как предлагает система, либо сразу перейти к выполнению итогового тестирования по изучаемой теме. Далее действия выполняются по аналогии с реализацией фрагмента блоков 2–5.

Рисунок 3 – Обобщенный алгоритм изучения отдельной темы T_j с учетом знаний по теме T_i

По результатам итогового тестирования изучаемой темы получаем актуальные значения уровня знаний по теме, что позволяет скорректировать дальнейшую траекторию обучаемого. На нашем примере после изучения T_2 мы получим доступ к изучению тем T_3 и T_6 (рисунок 2, в). Однако, в случае если обучаемый долго не приступает к прохождению тем, либо изучение тем заняло время больше 24 часов, то проявляется эффект забывания. На рисунке 3 (г) можно увидеть ситуацию перестраивания индивидуальной траектории с добавлением тем, по которым системой учитывается степень их забывания (вводится блок T_5). После прохождения темы T_3 обучаемому вновь будет предоставляться возможность выбора: перейти к изучению материала T_5 , как предлагает система, либо сразу перейти к выполнению итогового тестирования по ней.

Алгоритм формирования индивидуальной траектории обучения представляет собой важный инструмент в современной образовательной практике. Его эффективная реализация позволяет учитывать потребности и возможности студента, способствуя повышению мотивации, качества обучения и достижению образовательных целей. Этот подход направлен не только на получение знаний, но и на формирование компетентностей, необходимых для успешной реализации в жизни и карьере.

Литература

1. Парамонов, А. И. Обеспечение организации адаптивного образовательного процесса высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием / А. И. Парамонов, А. В. Матвеев, С. М. Климов // Обеспечение качества образования: состояние, проблемы и перспективы : материалы I Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 2 февр. 2023 г. / редкол.: О. З. Рыбачючева (отв. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – С. 73–77.

2. Jaar, M. J. Murre Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve/Jaar M. J. Murre, Joeri Dros – PLoS One, 2015.

3. Матвеев, А. В. Алгоритм работы системы адаптивного образования на основе выбора индивидуальной траектории / А. И. Парамонов, А. В. Матвеев // Современное образование: содержание, технологии, качество : материалы XXIX Междунар. науч.-метод. конф., Санкт-Петербург, 19 апр. 2023 г. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 450–452.

V МНПК «Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями»

PROVISION OF MODERN ADAPTIVE EDUCATIONAL PROCESS OF TRAINING SPECIALISTS BASED ON INDIVIDUAL LEARNING TRAJECTORY MODELING

Matveev A.V., Paramonov A.I., Medvedev S.A.

Institute of information technologies BSUIR, Minsk, Republic of Belarus

The article discusses an approach to organizing the adaptive educational process of specialists in the context of constructing individual trajectories for studying thematic modules. A description of a generalized algorithm for studying the discipline as a sequence of topics is proposed. To study the material by students more effectively and consider their peculiarities and capabilities, criteria have been defined that make it possible to build individual learning trajectories. The influence of the memory effect is shown based on the forgetting curve of the studied material. An example of using the proposed approach is described.

Keywords: Adaptive Learning; individual learning trajectory; algorithm; Information Technologies.