

## ПРИМЕНЕНИЕ МИВАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОМ И ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ СТУДЕНТОВ

Л.Е. АДАМОВА<sup>1</sup>, О.О. ВАРЛАМОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский новый университет  
105005, Москва, ул. Радио, 22  
E-mail: info@rosnou.ru

<sup>2</sup> Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5  
E-mail: www.bmstu.ru

*Для лучшего соответствия требованиям работодателей и повышения конкурентоспособности вузов, дающих экономическое и инженерное образование, предлагается использовать новые инструменты для обучения студентов, например, индивидуальные траектории и другие формы индивидуализации обучения. Важно учитывать требования федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). Однако ФГОС сохраняют достаточно альтернатив для индивидуализации обучения в плане выбора специализации в некоторой профессиональной области. Например, для студентов, изучающих информационные технологии, такая специализация может состоять в выборе разных отраслей хозяйства: банки, телекоммуникации, промышленное производство, логистика, автомобильная промышленность, интернет-компании, социальные сети и т.п. Индивидуализация обучения может заключаться в более подробном изучении одного из направлений в ИТ: базы данных, экспертные системы, распределенные реестры, искусственный интеллект, распознавание образов, понимание естественного языка, управление автоматизированными системами и технологическими процессами, робототехника и т.д. Возможности индивидуализации обучения студентов есть даже в рамках ФГОС. Приведены примеры индивидуализации обучения со студентами МГТУ им. Н.Э. Баумана.*

*Практическая деятельность показала, что индивидуализация усложняет работу и повышает временные затраты персонала вузов на управление траекториями в обучении студентов. Достижения миварных технологий логического искусственного интеллекта позволяют автоматизировать рутинные операции по управлению индивидуальными траекториями обучающихся. В целом искусственный интеллект может помочь практически во всех задачах экономического и инженерного образования в условиях перехода к непрерывному обучению людей «через всю жизнь».*

**Ключевые слова:** индивидуализация обучения, мотивация, жизненная стратегия, элективные дисциплины, экономические системы, искусственный интеллект, мивар, миварные сети, экспертные системы, системы принятия решений, роботы.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В связи с быстрым развитием научно-технического прогресса и появлением новых профессий, специализаций, требований работодателей и компетенций проблема внедрения индивидуальных траекторий студентов в экономическом и инженерном образовании становится все более актуальной.

Развитие научной теории позволяет создавать новые математические и инструментальные методы экономики, в которых активно используются достижения искусственного интеллекта и других ИТ-технологий. Постоянно идет разработка теоретических и методологических положений анализа экономических процессов и систем на основании использования новых экономико-математических методов и инструментальных средств. Новые достижения в компьютерных науках и в области искусственного интеллекта позволяют развивать математический аппарат экономических

исследований, методов его применения и встраивания в новые программные комплексы и инструментальные средства для повышения обоснованности управленческих решений на всех уровнях экономики.

Вместе с тем совершенствование информационных технологий решения экономических задач позволяет проводить их эффективную экспансию в новые экономические приложения. Расширяется качественное разнообразие объектов экономических исследований: различные домашние хозяйства, предприятия всех организационно-правовых форм, самые разнообразные объединения и союзы, экономические регионы, национальные и международные экономические системы. Все вместе порождает огромное разнообразие социально-экономических процессов и явлений, протекающих в экономических системах. Физиологические ограничения человеческих возможностей не позволяют готовить в вузах универсальных специалистов по всему спектру математических и инструментальных методов экономики, что делает актуальной индивидуализацию обучения студентов и значительно расширяет количество потенциальных вариантов индивидуальных траекторий обучения студентов в области экономики. Аналогичная ситуация наблюдается и в области инженерного образования.

В целом индивидуализация образования достаточно хорошо изучена в педагогической литературе. Например, в работе Н.Ю. Шапошниковой [1] дан анализ различных трактовок этих траекторий. Е.В. Гончарова и Р.М. Чумичева [2] пишут о том, что студенту надо обеспечить возможность самостоятельного выбора и реализации своей индивидуальной образовательной программы, а преподаватели должны осуществлять педагогическую поддержку самореализации студента. В своей работе [3] С.М. Бочкарёва анализирует индивидуальную траекторию развития студента как линию его движения в саморазвитии личности и выявляет связь процесса обучения с изменениями в личности такого студента, что в конечном счете поможет ему трезво соотносить собственные силы и возможности с различными задачами и с требованиями руководства и коллег по работе. Н.А. Лабунская, кроме понятия индивидуального маршрута, вводит еще и «обобщенный образовательный маршрут, который включает в себя полный набор общих для массива студентов этапов и периодов в процессе получения образования и взаимодействия с коллегами и вузом» [4]. М.А. Гринько [5] предлагает помимо вышеуказанных понятий рассмотреть и индивидуальную траекторию обучения студента, которая состоит в личностно-ориентированной организации всей образовательной деятельности студента с учетом учебно-воспитательного процесса. Отметим, что развиваются и новые формы оценки студентов, например, портфолио [6]. Проведенное анкетирование студентов российских вузов подтверждает, что, как минимум, некоторые студенты стремятся к построению индивидуальных образовательных траекторий, но есть и разного рода сложности для вузов, которые не позволяют реализовать повсеместную индивидуализацию обучения студентов российских вузов [7].

Таким образом, для соответствия требованиям работодателей и повышения конкурентоспособности вузов, дающих экономическое и инженерное образование, актуальными являются индивидуальные траектории обучения студентов и другие формы индивидуализации обучения.

## 2. ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ В РОССИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Важно подчеркнуть, что индивидуализация образования студентов должна соответствовать образовательным стандартам, например, самоустанавливаемым (СУОС) для МГТУ им. Н.Э. Баумана. Получается, что необходимо учитывать ограничения на возможности выбора траекторий обучения в рамках требований федеральных государственных образовательных стандартов: для получения диплома студент обязан выполнить все требования ФГОС. Индивидуализация не может быть произвольной и должна укладываться в установленные рамки учебной программы. Студенты могут по

индивидуальной программе изучать больше, чем установленные требования ФГОС. С другой стороны, внутри установленных ограничений ФГОС сохраняется достаточно много возможностей для индивидуализации обучения в плане выбора специализации некоторой профессиональной области.

Например, для студентов экономических и инженерных вузов, изучающих информационные технологии, такая специализация может состоять в выборе разных отраслей народного хозяйства: банки, телекоммуникации, промышленное производство, логистика, самолето- и ракетостроение, автомобильная промышленность, интернет-компании, социальные сети и т.п. Если брать за основу развивающиеся компьютерные технологии, то индивидуализация может заключаться в усиленном изучении одного из направлений в ИТ: базы данных, экспертные системы, защита информации, распределенные реестры, искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение и распознавание образов, понимание естественного языка, управление автоматизированными системами и технологическими процессами, робототехника и т.д. Как видим, возможности для индивидуализации обучения у студентов существуют даже в жестких рамках стандартов обучения.

На примере работы кафедры «Системы обработки информации и управления» (ИУ-5) МГТУ им. Н.Э. Баумана можно показать, сколь широк спектр возможностей для индивидуализации обучения студентов. Тематика обработки информации и управления является достаточно широкой, и в ней выделяют эволюционные базы данных и знаний [8], экспертные системы [9]; системы понимания естественного русского языка [10]; системы принятия решений для беспилотного автомобильного транспорта [11]; системы быстрого суммирования чисел [12]; автоматизированные системы управления [13]. В научной области ИИ ведутся исследования по созданию гибридных интеллектуальных информационных систем (ГИИС) [14], в которых изучаются метаграфы [15]; когнитивные архитектуры на них [16]; когнитивная визуализация [17]; нейронные сети [18]; архитектуры систем анализа новостей [19]; генерация сигналов в вычислительном интеллекте [20]; семантическая комплексная обработка событий [21]; прогнозирование заболеваемости для медицинских учреждений [22].

Кроме того, используя миварные технологии логического ИИ, студенты могут исследовать следующие предметные области: моделирование сложных систем управления технологическими процессами [23]; создание интеллектуальных систем на основе систем адаптивного синтеза информационно-вычислительных конфигураций [24]; автоматическое тегирование изображений для распознавания образов [25]; создание экспертных систем для распознавания образов на основе нечеткой классификации [26]; создание миварных систем управления для автономных интеллектуальных роботов [27]; создание систем понимания смысла текстов на русском языке [28]; развитие автоматизированных систем управления технологическими процессами для нефтяной промышленности России [29] и для решения широкого спектра других задач обработки информации и управления в компьютерных науках и информатике [30].

Важно подчеркнуть, что многие успешные студенты к моменту окончания обучения (2-й курс магистратуры) имеют научные публикации в РИНЦ, а самые успешные и в Скопусе, например, по следующим направлениям: планирование действий робототехнических комплексов (РТК) [31]; применение миварных технологий логического искусственного интеллекта для автономных автомобилей [32]; моделирование и математическая реконструкция дорожно-транспортных происшествий [33]; разработка этических аспектов искусственного интеллекта [34]; мониторинг соблюдения правил дорожного движения [35].

Таким образом, если на выпускающей кафедре вуза ведется активная научная работа по самым современным направлениям исследований, то у студентов появляются дополнительные возможности для индивидуализации своего обучения и достижения успехов в последующем трудоустройстве.

### 3. ПРОБЛЕМАТИКА ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ В ОБУЧЕНИИ ИТ И ИИ

В преподавании информационных технологий учебный материал изменяется очень динамично, вслед за появлением новых технологий обработки информации, языков программирования и оборудования. Все это в полной мере относится и к изучению современных методов и моделей искусственного интеллекта. Кроме того, в настоящее время студенты старших курсов должны уметь работать в команде, выступать с презентациями, писать научные доклады и даже статьи. Это предъявляет дополнительные требования к преподавателям, но имеет положительный эффект для последующего успешного трудоустройства выпускников.

Конечно, все понимают, что в современных условиях в России, да и во многих других странах, специалисты по ИТ очень востребованы, и у них практически нет проблем с поиском хорошей работы после окончания университета. Но это касается только тех выпускников, кто действительно хорошо учился и получил требуемые знания, навыки и умения. Справедливости ради надо согласиться с тем, что конкурс при поступлении в хорошие вузы на специальности в области ИТ практически максимальный. А если брать популярность профессии ИТ-специалиста за последние 20 лет, то она никогда не покидала «тройку лидеров» по зарплатам и востребованности у работодателей. Хотя многие специальности менялись, становились популярными, потом насыщались и заменялись другими. С развитием ИТ количество требуемых специалистов постоянно возрастает, как и увеличивается количество «специализаций» внутри этой отрасли ИТ.

*Есть объективная закономерность в расширении спроса на ИТ-специалистов, обусловленная практически тотальной автоматизацией всей промышленности, переходом к индустрии 4.0, стартовавшей недавно у нас в стране цифровизацией и «цифровой трансформацией» всей экономики России и огромным спросом на развитие искусственного интеллекта во всех его разновидностях: от нейросетевого машинного обучения через логические системы поддержки принятия решений и до социальных проблем и этики роботов.*

*В настоящее время все эксперты по прогнозированию экономики признают, что спрос на специалистов в области ИТ будет только расширяться, будут возникать новые профессии и различные узкие специальности. Вместе с тем развитие ИИ позволяет постепенно упрощать многие задачи и функции в отрасли ИТ, что снижает квалификационные требования к некоторым наиболее распространенным «узким специальностям» и позволяет большему количеству людей работать в этой отрасли.*

Одним из примеров расширения специальностей путем снижения требований или их существенного видоизменения является специалист по обучению нейросетей, задачей которого является просмотр картинок и проставление текстовых меток под этими картинками. Фактически таким образом создаются огромные «дата-сетсы» для последующего обучения различных нейросетей. А задания в этой области могут быть достаточно простыми, например, общеизвестный пример создания наборов картинок кошек и собак. Во многом такое снижение требований как раз и обусловлено усложнением самих методов искусственного интеллекта, созданием новых систем ИИ, которые потом требуется обучать на достаточно простых для обычных людей примерах. Взрослые люди

воспитывают и обучают своих детей, а по такому же принципу сейчас можно обучать и многие системы ИИ.

Другим примером расширения ИТ-специальностей является создание трехмерных виртуальных фигурок различных персонажей или обстановки для игровой индустрии или производства кинофильмов. Здесь требуются совершенно иные навыки и компетенции, чем для написания кодов различных программ. К такому же классу «художественных» ИТ-специалистов относят и дизайнеров интерфейсов.

На примере кафедры ИУ-5 видно, что важную роль для трудоустройства выпускников играет и возможность прохождения производственной практики на своей потенциальной работе, после которой студент получает возможность целенаправленной подготовки выпускной квалификационной работы по предметной области потенциального работодателя. И здесь индивидуализация обучения максимальна, но при этом необходимо выполнить все квалификационные требования ФГОС.

Если говорить о развитии самых современных профессий в ИТ, то практически все они связаны с научными исследованиями и работой в различных командах. *Современная молодежь в России не желает заниматься наукой*, но требования работодателей все жестче и жестче: всем нужны активные знающие специалисты с критическим аналитическим мышлением, способные к самостоятельной работе в различных командах, умеющие проводить презентации и отстаивающие свои разработки, да к тому же еще и постоянно самообучающиеся. Про научные публикации работодатели не говорят, но *весь набор требований соответствует именно требованиям к научным работникам*, которые способны не только решать теоретические задачи, но и доводить их до практических инженерных внедрений. А требование по самообучению соответствует научному навыку по непрерывному изучению новинок, их критическому осознанию и практическому освоению.

Тем более, что современные технологии образования позволяют практически в любой точке мира получать через Интернет доступ к самой современной научной информации и дают возможность обсуждать ее с любыми коллегами. Количество различных обучающих курсов растет лавинообразно, и современные специалисты должны уметь выбирать главное и быстро обучаться новым навыкам. Специально подчеркнем, что, по нашему мнению, в таком быстро меняющемся экономическом и ИТ-мире *только фундаментальное математическое образование может дать возможность студентам понимать все основные закономерности научного развития мира и заложит правильный фундамент для последующего постоянного самообучения через «всю жизнь»*. Таким образом, именно серьезное теоретическое *математическое образование* в настоящее время является *наиболее практичным для трудоустройства* на хорошую работу, особенно в области экономики, и для постоянного роста в профессиональном плане.

Отметим, что когда некоторые студенты в учебной группе начинают выполнять научную работу и выступать с научными сообщениями и докладами, постепенно к ним присоединяется большинство обучающихся. Таким образом, студенты убеждаются на практике, что научная работа – это интересно, полезно и вполне по силам всем. Конечно, подготовить серьезные научные публикации для РИНЦ и даже «ВАКовских» журналов могут далеко не все студенты, но принять участие в научных конференциях успевают большинство. Мы считаем, что *подготовка научных публикаций – это одна из форм успешной индивидуализации учебной траектории студентов*, т.к. фактически наши студенты (под руководством преподавателей) сами создают новые научные знания и их практические реализации в виде программных комплексов.

Обязательно надо отметить, что *стремительное развитие автоматизации и технологий искусственного интеллекта приводит к новому расслоению по уровню овладения профессией*: прежде всего ИИ заменяет достаточно много дорогих специалистов среднего звена, тогда как лучших экспертов ИИ пока заменить не может, а наиболее простые функции по экономическим причинам остаются для слабо подготовленных работников с низкими доходами. Это расслоение еще только формируется, и еще не поздно принять меры по срочному обучению «среднячков» и подъему их на высший уровень знаний экспертов. А для этого также требуются серьезное (математическое) образование, огромные трудозатраты на самообучение и железная воля для преодоления всех преград и получения актуальных навыков и умений. Кстати, такой способ саморазвития по своей сути также является примером научной деятельности. *Следовательно, навыки научной самостоятельной работы становятся обязательными для очень широкого круга специалистов и являются важным фактором повышения конкурентоспособности для наших сегодняшних и будущих студентов.* Таким образом, с одной стороны, ИИ усложняет жизнь для многих людей, а с другой – предоставляет новые возможности и облегчает саморазвитие и обучение для всех желающих повысить свои знания, умения и навыки.

#### 4. ОСОБЕННОСТИ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Для анализа возможностей применения систем искусственного интеллекта в образовании [1-7] важно зафиксировать следующие положения:

- студент сам составляет для себя план, который должен состоять из тщательно прописанных элементов, включая возможные препятствия и помехи;
- студент должен получать поддержку от педагогов, и в виде не просто отрицательного или положительного оценивания выполненных действий, но и подробного разбора возможных альтернатив;
- этот план должен быть направлен как на профессиональное, так и на личностное развитие студента. Невозможно отразить профессиональные перспективы и компетенции без учёта индивидуальных психологических свойств личности, которыми определяется ее психическая деятельность;
- индивидуальный план должен учитывать личностные, образовательные и профессиональные интересы, а также потребности и запросы студента. Особое внимание стоит уделить развитию и поддержанию внутренней мотивации, при которой побуждающей силой становится познавательный интерес, позволяющей сдвинуть изначально внешний мотив на цель обучения;
- индивидуальный образовательный маршрут студента – это путь на основе индивидуальной образовательной программы, в которой определены этапы, а также временные и образовательные критерии. Качество использования перечисленных критериев напрямую зависит от обратной связи, полученной от обучающегося, как при построении первоначального образовательного маршрута, так и при изучении интервальных результатов;
- индивидуальная образовательная траектория студента – это индивидуальный путь в образовании, реализуемый субъектом (студентом) самостоятельно, но при постоянной педагогической поддержке его самоопределения и самореализации. Когда мы говорим о самостоятельности, то необходимо всё же отметить, что нужна не просто поддержка со стороны наставников, но и промежуточный контроль: заранее запланированные рубежи, на которых происходит отчёт по пройденному маршруту. Отметим, что промежуточный контроль можно реализовать с помощью систем ИИ. Кроме того, максимально объективная оценка собственных успехов и неудач на различных этапах движения к поставленной цели даст возможность скорректировать образовательную траекторию с минимальными потерями;
- траектория направлена на реализацию индивидуальных устремлений, выработку жизненных стратегий, формирование основ индивидуально-творческого и профессионального развития личности студента. Говоря о жизненной стратегии, необходимо учитывать, что так называемый идеальный образ будущего и оптимальных перспектив может существенно отличаться даже у

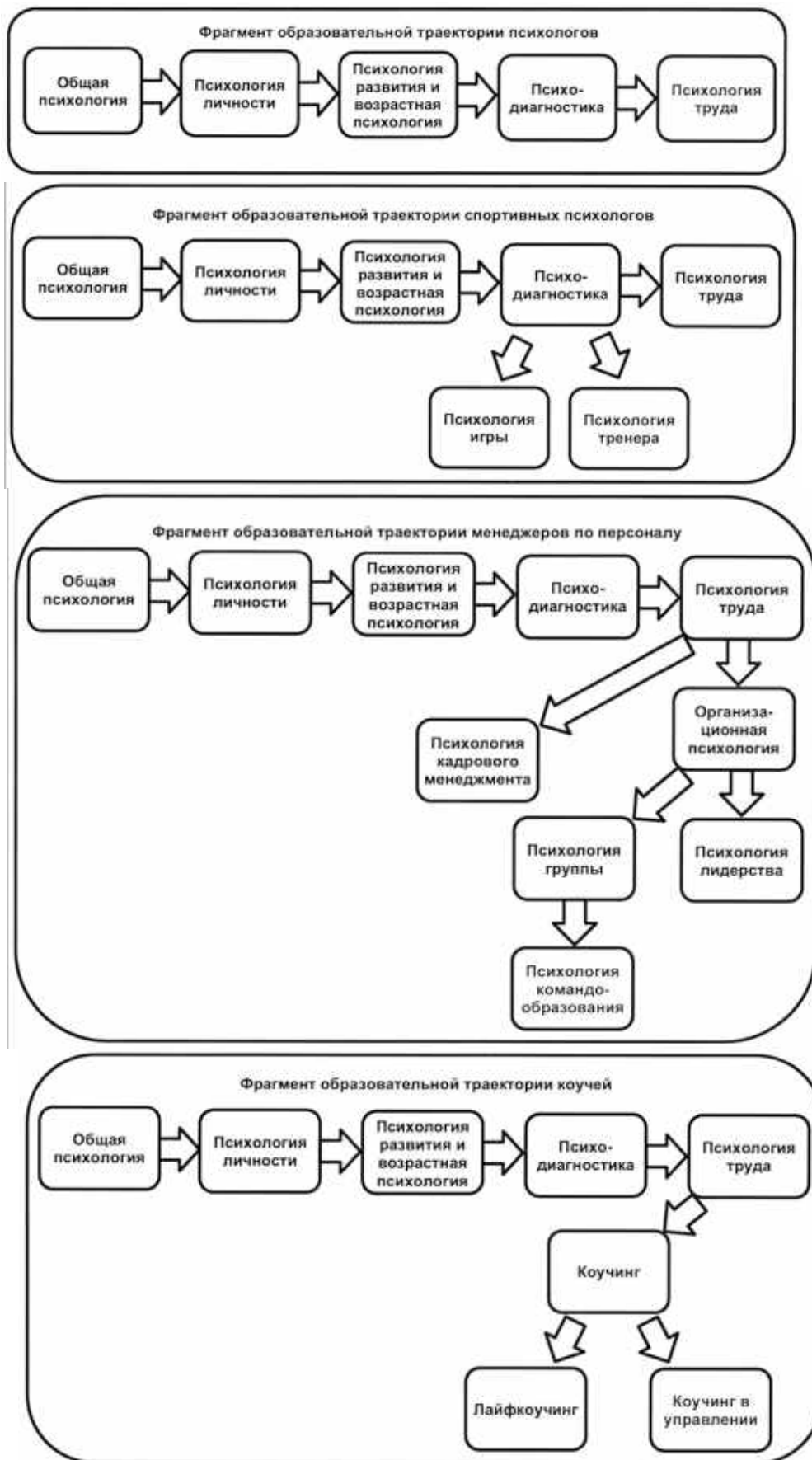
представителей одного и того же поколения, равно как и у репрезентантов одной половозрастной группы.

Приведем примеры ограничений на составление индивидуальной траектории студента. На кафедре ИУ-5 МГТУ им. Н.Э. Баумана учатся студенты, которые для примера хотят изучить дисциплину «Защита информации» и заявляют об этом. В рабочей программе дисциплины (РПД) «Защита информации» для направления подготовки (уровень бакалавриата): 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» есть раздел 2, в котором указано «место дисциплины в структуре образовательной программы. В нашем примере в этом разделе указано, что изучение дисциплины «Защита информации» предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: основы программирования, информатика, электротехника, безопасность жизнедеятельности и др. Сразу отметим, что там же есть пункт, в котором указано, что освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин: преддипломная практика и подготовка и защита ВКР. Следовательно, если студент захотел изучить дисциплину «Защита информации», но до этого не изучил, например, электротехнику или информатику, то деканат не сможет позволить ему приступить к дисциплине «Защита информации». Аналогично получается, если, например, студент захочет пропустить дисциплину «Защита информации» и сразу приступить к преддипломной практике, то деканат также не сможет ему это разрешить.

Примеры фрагментов построения индивидуальных траекторий студентов в области психологии представлены на рисунке 1. Показано, что есть, например, пять базовых учебных дисциплин: 1) общая психология; 2) психология личности; 3) психология развития и возрастная психология; 4) психодиагностика и 5) психология труда. На их основе после прохождения полного курса обучения можно получить квалификацию психолога.

Для получения специализации «спортивный психолог» студенты могут дополнительно изучить блок учебных дисциплин, среди которых, например, психология игры и психология тренера. Причем видно, что приступить к изучению этих дополнительных дисциплин студент может только после изучения психодиагностики. Отметим, что на рисунке 1 показаны только фрагменты учебных траекторий, которые включают гораздо большее количество учебных дисциплин.

на  
1



Далее  
рисунок  
показано,

что если к  
базовым

*Рис. 1. Примеры образовательных траекторий для психологов*

ПЯТИ

дисциплинам добавить учебные дисциплины из дополнительного блока, например,



коучинг, лайфкоучинг и коучинг в управлении, то студент, изучив весь блок дисциплин, сможет получить специализацию «коуч». Если же по аналогии добавить к пяти базовым дисциплинам дополнительные пять учебных дисциплин из другого дополнительного блока: психология кадрового менеджмента, организационная психология, психология группы, психология лидерства и психология командообразования, то студент получит квалификацию «менеджер по персоналу». Из рисунка видно, что все дополнительные учебные дисциплины студент начинает изучать после завершения обучения по основным базовым учебным дисциплинам.

Напомним, что согласно ФГОС поколения «3++» каждая учебная дисциплина должна быть направлена на получение студентами некоторого набора компетенций: общепрофессиональных, универсальных и профессиональных.

Для успешного завершения обучения и получения диплома о высшем образовании каждый студент должен получить все необходимые компетенции, следовательно, его индивидуальная образовательная траектория должна включать, как минимум, такие предметы, которые позволят студенту получить все необходимые компетенции. При составлении учебного плана Образовательной программы кафедры и деканаты вузов составляют матрицу требуемых компетенций по ФГОС и включают в эту программу такие учебные дисциплины, которые позволяют студентам получить весь набор необходимых компетенций. Вариативность обучения здесь может быть только в сторону увеличения количества компетенций. Это важное ограничение, которое отдельные студенты не понимают, но им приходится объяснять: получение диплома возможно только после изучения учебных дисциплин, которые полностью закрывают набор необходимых компетенций.

Следовательно, с точки зрения использования ИИ можно выделить три уровня проектирования образования для каждого студента:

- 1) индивидуальная образовательная программа студента;
- 2) конкретизация программы выполняется в маршруте;
- 3) образовательная программа в ходе обучения реализуется в виде траектории студента, когда может происходить корректировка выбранного маршрута следования.

Необходимо напомнить, что для получения диплома каждый студент обязан выполнить все требования ФГОС, поэтому любая образовательная траектория студента должна отвечать требованиям ФГОС. Как видим, индивидуализация образования порождает огромное количество рутинных операций по диспетчеризации и управлению траекториями студентов, включая контроль их знаний и соблюдение всех требований ФГОС.

## 5. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛОГИЧЕСКОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Перейдем к анализу возможностей логического искусственного интеллекта (ИИ), наиболее сильным воплощением которого в настоящее время являются миварные технологии [8], объединяющие «гносеологические эволюционные базы данных "Вещь-Свойство-Отношение" и миварные базы знаний с линейной вычислительной сложностью логического вывода» [9], предназначенные для накопления и обработки знаний в едином формализме со скоростью более миллиона продуктов в секунду на обычных компьютерах. С точки зрения индивидуализации образования студентов, интерес представляют реализованные на практике возможности миварных технологий по пониманию и обработке русскоязычных текстов [10], управлению беспилотными автомобилями [11] и системами принятия решения для планирования действий роботов [31].

Анализ особенностей индивидуализации обучения студентов выявил противоречие между желаниями студентов изучать определенные дисциплины и требованиями ФГОС по обязательному набору учебных дисциплин. Данное противоречие может быть представлено в формализме метаграфов в следующем виде [16]: все необходимые по ФГОС учебные дисциплины представляются в виде метавершин, в состав которых может входить

несколько вершин графа. Простые вершины графа будут представлять собой различные, допустимые по ФГОС, варианты одной учебной дисциплины, которая и образует метавершину графа. В самом простом случае метавершина может содержать только одну «элементарную» вершину.

Для каждой учебной дисциплины составляется рабочая программа дисциплины (РПД), в которой указаны все учебные дисциплины, которые студент должен изучить до того, как приступить к новой учебной дисциплине. Фактически получаем ориентированный граф, в котором все учебные дисциплины связаны между собой ребрами (дугами), которые отражают последовательность изучения этих дисциплин. Кроме обязательных по ФГОС учебных дисциплин, вузы имеют право предлагать студентам учебные дисциплины по выбору, которые также могут объединяться по признаку «учебной близости» в метавершины. Тогда в общем метаграфе учебных дисциплин вуза можно выделить два типа метавершин:

- 1) «метавершины ФГОС»,
- 2) «дополнительные метавершины».

Для дополнительных метавершин также действуют требования разработки РПД и указания в них тех учебных дисциплин, которые должны быть изучены студентом до начала освоения этой дисциплины.

В нашем метаграфе появляются метаребра, в которые входят ребра между вершинами одних и тех же метавершин; ребра, которые связывают вершины в разных метавершинах. Получаем достаточно сложный «метаграф РПД» для вуза, особенно если учитывать крупные вузы, обучающие по сотням учебных программ. Дополнительную сложность будет создавать то, что студенты могут захотеть изучить дисциплины, условно говоря, включенные в другие образовательные программы. Например, студент ИТ-направления захочет изучить некоторые учебные дисциплины по психологии или, допустим, по экономике. Сложность в том, что этих дисциплин нет в его образовательной программе. Еще может возникнуть ситуация, когда студент изучил «краткую версию» учебной дисциплины по своей образовательной программе, она его заинтересовала и он решил дополнительно освоить более подробный материал по этой учебной дисциплине, но в рамках другой образовательной программы. Например, студент изучил основы бухгалтерского учета, а потом захотел подробнее освоить учебный материал по экономике. Таких вариантов при индивидуализации обучения может быть множество.

Дополнительными ограничениями будут и расписание преподавания учебных дисциплин, и необходимость освоения «предшествующих по РПД» дисциплин, и необходимость сдачи экзамена или получения зачета по данной дисциплине. Здесь может оказать помощь дистанционное обучение через интернет. Но любая возможность студента создает дополнительные сложности для учебной части, кафедры и деканата. Сейчас рассматривается возможность изучения студентом учебной дисциплины через онлайн-курсы других вузов с возможностью перезачета такой дисциплины в своем вузе. Соответственно методисты кафедры должны изучить РПД чужого вуза и сравнить ее со своей, а потом принять решение о перезачете для данного студента. Могут быть ситуации, когда студент изучил и сдал экзамен по такой учебной дисциплине, которой нет в его образовательной программе, и тогда возникает вопрос, как эту оценку внести в диплом студента. Представляется возможным использовать для этого новый инструмент «портфолио студента». В это портфолио студент сможет загружать все полученные им свидетельства об изученных учебных дисциплинах и полученных оценках, а по основному месту получения образования в диплом будут проставляться только оценки, полученные студентом по освоению им образовательной программы в соответствии с требованиями ФГОС.

Таким образом, *образовательный метаграф студента может объединять даже учебные дисциплины разных вузов.* В настоящее время для инженеров важны знания в области экономики, так же, как и для некоторых активных экономистов могут пригодиться

знания в области ИТ и инженерии, например, при создании инновационных компаний. Опыт практической работы показывает, что для достижения успеха важно взаимодействие и взаимопонимание между всеми основными руководителями компании, т.е. для ИТ-специалистов необходимы экономические знания, ровно так же, как и для экономистов важны понимание предметной области развития компании (рыночная ниша) и некоторые начальные инженерные знания.

После получения диплома такой студент, став специалистом, может продолжать «наращивать» свой образовательный метаграф, добавляя в него дополнительные курсы повышения квалификации и другие результаты своего развития. Тогда *портфолио студента переходит в портфолио специалиста – резюме* и продолжает свое развитие. Это полностью соответствует современным требованиям непрерывного образования взрослых людей «через всю жизнь».

Итак, каждый вуз на основании своих образовательных программ будет иметь метаграф возможных маршрутов получения образования для своих студентов. Студенты смогут планировать индивидуальные маршруты с учетом всех возможностей и ограничений. Если все метаграфы [16] представить в виде миварных сетей, то миварная экспертная система КЭСМИ Wi!Mi [9] сможет автоматически строить индивидуальные маршруты для студентов, а потом отслеживать их выполнение в виде образовательных траекторий студентов.

Кроме того, миварные технологии логического ИИ позволят в автоматическом режиме реализовать практически все рутинные операции по составлению и автоматизированному управлению индивидуальными маршрутами и траекториями студентов. Дополнительно к этому ИИ позволит решить самые разнообразные рутинные задачи для перехода к непрерывному «через всю жизнь» образованию людей.

Для того чтобы ИИ смог помочь вузам в обеспечении индивидуализации обучения студентов, научные исследования будут продолжены в следующих направлениях.

Во-первых, в начале обучения студент может пройти с помощью ИИ тестирование для формирования своего маршрута обучения.

Во-вторых, в процессе обучения ИИ может помогать персоналу вуза и обучающимся в управлении траекториями всех студентов и отслеживании выполнения учебного плана с учетом требований ФГОС.

В-третьих, ИИ может помогать преподавателям (или самостоятельно) оценивать знания студентов и принимать тесты, задания рубежного контроля, зачеты и экзамены.

Таким образом, видно, что система искусственного интеллекта для обеспечения индивидуализации обучения студентов должна быть способной работать с представлением знаний, с пониманием смыслов текстов и созданием алгоритмов действий или планирования обучения студентов. Представляется необходимым пояснить, что многомерный двудольный граф представления знаний по модулям обучения и понимания смыслов текстов будет размерностью сотни тысяч вершин на сотни тысяч ребер, и все это в более чем 17-мерном пространстве. В работах [8-13, 23-35] показано, что в реальном времени с такими разнообразными задачами может справиться только миварный подход, который создан для работы по всем направлениям создания систем ИИ на логическом уровне. А создание комплексных систем для вузов на основе гибридных информационных интеллектуальных систем [14-22] с объединением рефлексного [17, 22] и логического уровней ИИ также подразумевает использование миварных технологий. В этой работе показано, что миварные технологии будут использоваться не только для «управления планом обучения», но и для тестирования студентов, и для помощи преподавателям и другим сотрудникам вузов в решении их задач. По такому широкому спектру решаемых задач альтернативных подходов просто не существует [9-13, 24-35]. Более подробные научные исследования по сравнению миварных технологий с другими технологиями в области ИИ выходят за рамки данной работы, а в работах [8-13, 24-35] показано, что миварные технологии обобщают все предшествующие технологии накопления и обработки информации на логическом уровне развития ИИ и развивают их, что подробно изложено в работах [9, 30, 34].

Как уже было отмечено, область развития ИИ быстро развивается и создает новые возможности для индивидуализации обучения студентов. Вместе с тем ИИ задает и новые жесткие требования к работникам, постоянно поднимая требования к знаниям, навыкам и умениям современных специалистов. Таким образом, все опять зависит от человека, которому необходимо постоянно учиться и повышать свои компетенции.

## 6. ВЫВОДЫ

Внедрение индивидуальных траекторий студентов в экономическом и инженерном образовании позволяет повысить качество образования и создает дополнительные возможности студентам, которые целесообразно учитывать в портфолио для повышения своей конкурентоспособности и поиска работы.

Однако индивидуализация образования порождает огромное количество рутинных операций и вариантов создания образовательных маршрутов и траекторий, которые могут быть формализованы в виде миварных сетей.

Миварные технологии логического искусственного интеллекта позволят в полном соответствии с требованиями ФГОС автоматизировать рутинные операции по управлению индивидуальными траекториями студентов, а также смогут помочь при решении других задач, например, в области применения математических и инструментальных методов экономики, для обеспечения возможности непрерывного «через всю жизнь» обучения людей в целях повышения своей конкурентоспособности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шапошникова Н.Ю. Индивидуальная образовательная траектория студента: анализ трактовок понятия // Педагогическое образование в России. 2015. № 5. С. 39-44.
2. Гончарова Е.В., Чумичева Р.М. Организация индивидуальной образовательной траектории обучения бакалавров // Вестник НГГУ. 2012. № 2. С. 3-11.
3. Бочкарёва С.М. Методы, средства и технологии в тьюторском сопровождении индивидуальной траектории развития студента // Педагогика и психология как ресурс развития современного общества: сб. ст. 2-й Междун. науч.-практ. конф. (Рязань, 7–9 окт. 2010 г.). Рязань, 2010. С. 320-325.
4. Лабунская Н.А. Индивидуальный образовательный маршрут студента: подходы к раскрытию понятия // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2002. № 3. С. 79-90.
5. Гринько М.А. Проектирование индивидуальных траекторий обучения иностранному языку студентов педагогических вузов // Вестник Адыгейск. гос. ун-та. Сер. 3: Педагогика и психология. 2011. № 3. С. 18-22.
6. Шапошникова Н.Ю. Опыт введения портфолио для оценки достижений и развития студентов в университетах Великобритании // Отечественная и зарубежная педагогика. 2018. Т. 1. № 1 (46). С. 94-107.
7. Шапошникова Н.Ю. Состояние проблемы реализации индивидуальных образовательных траекторий студентов в высшей школе // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2016. № 2 (24). С. 105-111.
8. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: Радио и связь, 2002. 288 с.
9. Varlamov O.O. Wi!Mi Expert System Shell as the Novel Tool for Building Knowledge-Based Systems with Linear Computational Complexity // International Review of Automatic Control, 2018, 11(6), 314-325.
10. Адамова Л.Е., Варламов О.О., Осипов В.Г., Чувилов Д.А. О практической реализации миварного виртуального русскоязычного текстового консультанта в банковской сфере // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2018. № 6-2 (86). С. 10-17.

11. *Shadrin S.S., Varlamov O.O., Ivanov A.M.* Experimental autonomous road vehicle with logical artificial intelligence // *Journal of Advanced Transportation*. 2017. Vol. 2017. 10 p.
12. *Варламов О.О.* Переборное единично-инкрементное суммирование чисел с линейной вычислительной сложностью // *Автоматизация и современные технологии*. 2003. № 1. С. 34-40.
13. *Ostroukh A., Surkova N., Varlamov O., Chernenky V. and Baldin A.* Automated process control system of mobile crushing and screening plant // *Journal of Applied Engineering Science*. 2018. №16(3). P. 343-348.
14. *Chernenkiy V., Gapanyuk Y., Terekhov V., Revunkov G. and Kaganov Y.* The hybrid intelligent information system approach as the basis for cognitive architecture // *Procedia Computer Science*, 2018. №145. P.143-152.
15. *Chernenkiy V.M., Gapanyuk Y.E., Revunkov G.I., Kaganov Y.T., Fedorenko Y.S. and Minakova S.V.* Using metagraph approach for complex domains description CEUR Workshop Proceedings, 2017. 2022. P. 342-349.
16. *Chernenkiy V., Gapanyuk Y., Revunkov G., Kaganov Y. and Fedorenko Y.* Metagraph Approach as a Data Model for Cognitive Architecture *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019. 848. P. 50-55.
17. *Terekhov V.I., Chernenky I.M., Buklin S.V. and Yakubov A.R.* Cognitive Visualization in Management Decision Support Problems *Optical Memory and Neural Networks (Information Optics)*. 2019. 28(1). P. 27-35.
18. *Burdakov A.V., Ukharov A.O., Myalkin M.P. and Terekhov V.I.* Forecasting of influenza-like illness incidence in amur region with neural networks *Studies in Computational Intelligence*. 2019. 799. P. 307-314.
19. *Gapanyuk Y., Latkin I., Chernobrovkin S., Leontiev A., Ozhegov G., Opryshko A. and Myalkin M.* Architecture and implementation of an intelligent news analysis system CEUR Workshop Proceedings. 2017. 1975. P. 41-55.
20. *Taran M., Revunkov G. and Gapanyuk Y.* The hybrid intelligent information system for poems generation *Studies in Computational Intelligence*. 2020. 856. P. 78-86.
21. *Gapanyuk Y.E.* The Semantic Complex Event Processing Based on Metagraph Approach *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. 948. P. 99-104.
22. *Burdakov A.V., Ukharov A.O., Myalkin M.P. and Terekhov V.I.* Forecasting of influenza-like illness incidence in Amur region with neural networks *Studies in Computational Intelligence*. 2019. 799. P. 307-314.
23. *Сергушин Г.С., Варламов О.О., Чибирова М.О., Елисеев Д.В., Муравьева Е.А.* Исследование возможностей информационного моделирования сложных систем управления технологическими процессами на основе миварных технологий // *Автоматизация и управление в технических системах*. 2013. № 2 (4). С. 51-66.
24. *Варламов О.О.* О возможности создания интеллектуальных систем на основе grid, систем адаптивного синтеза ивк, сервисно-ориентированной архитектуры и миварного информационного пространства // *Известия ТРТУ*. 2005. № 10 (54). С. 130-140.
25. *Майборода Ю.И., Синцов М.Ю., Озерин А.Ю., Кузин А.А., Варламов О.О.* Система автоматического тегирования изображений на основе миварных технологий // *Программные системы: теория и приложения*. 2014. Т. 5. № 4 (22). С. 159-170.
26. *Максимова А.Ю., Варламов О.О.* Миварная экспертная система для распознавания образов на основе нечеткой классификации и моделирования различных предметных областей с автоматизированным расширением контекста // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2011. № 12 (125). С. 77-87.
27. *Варламов О.О.* Перспективы создания миварных систем управления для автономных интеллектуальных роботов // *Радиопромышленность*. 2015. № 3. С. 210-225.
28. *Варламов О.О.* Формализация термина «понимание смысла текста» на основе миварных технологий и концепции «вещь-свойство-отношение» // *Радиопромышленность*. 2015. № 3. С. 144-159.

29. Санду Р.А., Варламов О.О., Остроух А.В. Миварные автоматизированные системы управления технологическими процессами для нефтяной промышленности России // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2011. № 11. С. 37-40.
30. Варламов О.О. Роль и место миваров в компьютерных науках, системах искусственного интеллекта и информатике // Радиопромышленность. 2015. № 3. С.10-27.
31. Varlamov O.O. and Aladin D.V. Successful application of mivar expert systems for MIPRA – solving action planning problems for robotic systems in real time Radio industry (Russia). 2019. 29(3). P. 15-25.
32. Varlamov O.O., Chuvikov D.A., Aladin D.V., Adamova L.E. and Osipov V.G. Logical artificial intelligence Mivar technologies for autonomous road vehicles IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. 534(1). 012015.
33. Chuvikov D.A., Varlamov O.O., Aladin D.V., Chernenkiy V.M. and Baldin A.V. Mivar models of reconstruction and expertise of emergency events of road accidents IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. 534(1). 012007.
34. Varlamov O.O., Chuvikov D.A., Adamova L.E., Petrov M.A., Zabolotskaya I.K. and Zhilina T.N. Logical, Philosophical and Ethical Aspects of AI in Medicine International Journal of Machine Learning and Computing (IJMLC). 2019. 9(6). P. 868-873.
35. Aladin D.V., Varlamov O.O., Chuvikov D.A., Chernenkiy V.M., Smelkova E.A. and Baldin A.V. Logic-based artificial intelligence in systems for monitoring the enforcing traffic regulations IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. 534(1). 012025.