

**В. Н. Осташков**

### **Наглядное моделирование индивидуальных образовательных траекторий будущих инженеров**

Комплексно решается проблема повышения качества освоения математической и информационной деятельности, развития мотивационной сферы будущих инженеров путем развертывания их индивидуальных образовательных траекторий на основе проектирования и актуализации познавательной деятельности средствами наглядного моделирования.

**Ключевые слова:** образовательные траектории, наглядное моделирование, исследовательская деятельность, будущие инженеры.

**V. N. Ostashkov**

### **Visual Modeling of Individual Educational Trajectories of Future Engineers**

In a complex is solved the problem of improving the quality of mastering the mathematical and information activity, development of the future engineers' motivational sphere by expansion of their individual educational trajectories on the basis of projecting and actualization of the cognitive activity by means of visual modeling.

**Key words:** educational trajectories, visual modeling, a research activity, future engineers.

На современном этапе развития общества происходит смена основных направлений обучения в связи с возникшей потребностью общества в специалистах с хорошей научно-исследовательской подготовкой, способных к непрерывному самообразованию, компетентных в своей области деятельности. Для этого необходимо активизировать познавательную деятельность студентов, перейти от репродуктивных методов обучения к исследовательским с высокой степенью самостоятельности, которые обеспечивают эффективное формирование профессиональных знаний и умений, побуждают к развитию познавательной, поисковой активности, создают условия для реализации и совершенствования личности. Цель обучения – развитие у студентов умений и навыков использования научных методов познания, необходимо организовывать учебный процесс в соответствии с закономерностями научного поиска. В ходе учебного процесса студентам предстоит освоить знания, умения, приемы исследовательской деятельности, которые в дальнейшем станут средствами самостоятельно освоения новых знаний и действий.

Указанная проблема нами решена комплексно. Во-первых, изучение математики опирается на разработанный нами комплекс исследовательских профессионально ориентированных задач – основу проектной деятельности, – что повышает

мотивацию и раскрепощает психологически будущих инженеров, так как к их логическому мышлению добавляется техническое. Во-вторых, в качестве ИКТ-средства обучения используется пакет MathCAD – суперкалькулятор для инженеров, по словам В. Ф. Очкова, – так как его интерфейс лучше всего адаптирован к стандартной математической символике [3]. В-третьих, в контексте личностно-ориентированного подхода реализуются индивидуальные образовательные траектории (ИОТ) будущих инженеров с учетом их психологических особенностей при выборе и выполнении проектов.

Исходя из личностно-ориентированной модели образования, разработанной И. С. Якиманской [6], согласно которой самым важным фактором в процессе обучения является личность ученика, ее самооценку, значимым является создание в вузе единой, но разнообразной образовательной среды, обеспечивающей не внешнюю (распределение студентов на изолированные группы, потоки), а внутреннюю (работа в группе с каждым студентом) дифференциацию, возникли объективные предпосылки для выбора самими обучающимися образовательных траекторий, которые наиболее полно отвечали бы их личностным потребностям и устремлениям. Такая среда позволит каждому студенту, независимо от его стартовых возможностей, развиваться

как личности в своей индивидуальности, уникальной неповторимости. Задача обучения состоит в обеспечении зоны для индивидуального творческого развития каждого студента. Именно он создает образовательную продукцию, выстраивает свой образовательный путь, опираясь на индивидуальные качества и способности, причем делает это в соответствующей среде, которую организует преподаватель. Одновременность реализации персональных моделей образования – одна из целей личностно-ориентированного образования.

В связи с этим основная функция преподавателя состоит в проектировании индивидуальной образовательной траектории деятельности студента в учебном процессе с помощью проецирования внешних целей образования на личные цели студента. Для этого необходимо подбирать такие формы, средства и методы организации процесса обучения, которые обеспечивали бы саморазвитие студента в учебной деятельности. Индивидуальные траектории позволят студентам самостоятельно добывать новые знания, формулировать новые задачи и проектировать способы их решения, корректировать на основе рефлексивного анализа собственную исследовательскую деятельность. Усвоение содержания обучения и развитие студента происходит не путем передачи ему некоторой информации, а в процессе его собственной активной исследовательской деятельности.

Проблема формирования индивидуальных образовательных траекторий представлена в психолого-педагогических исследованиях Л. В. Вишневецкой, Н. Г. Зверевой, Л. А. Наумова, Е. С. Полат, А. В. Хуторского. Последний рассматривает *индивидуальную образовательную траекторию* (ИОТ) как «персональный путь реализации личностного потенциала каждого ученика в образовании». Под личностным потенциалом ученика здесь понимается совокупность его оргдеятельностных, познавательных, творческих и иных способностей [5].

Мы будем придерживаться определения Н. Г. Зверевой, согласно которому *индивидуальный образовательный маршрут* – вариативная структура учебной деятельности студента, отражающая его личностные особенности, проектируемая и контролируемая в рамках отдельной учебной дисциплины совместно с преподавателем на основе комплексной психолого-педагогической диагностики. По ее мнению [1], реализованный индивидуальный образователь-

ный маршрут является индивидуальной образовательной траекторией; выбор ИОТ определяется индивидуально-типологическими особенностями личности студента: а) познавательными интересами; б) «успешностью» учебной деятельности; в) «профессиональными мечтами»; г) жизненными планами; д) готовностью к их реализации.

Для отслеживания формирования ИОТ было проведено тестирование студентов. В составе тестирующего материала использовалась следующая известная методика Тест «Изучение мотивации обучения в вузе» (методика разработана Т. И. Ильиной [4]) – используется для отслеживания мотивации обучения в вузе: «Приобретение знаний» (стремление к приобретению знаний), оценочная шкала – от 0 до 12,6 баллов, «Овладение профессией» (стремление к овладению профессиональными знаниями и формированию профессионально важных качеств), оценочная шкала – от 0 до 10 баллов, динамики уровня математической подготовки студентов на основе экзаменационных ведомостей. Для оценки уровня сформированности исследовательских умений использовались: методика определения типа мышления в модификации Г. В. Резапкиной (предметно-действенное, творческое, абстрактно-символическое, словесно-логическое, наглядно-образное) [7], Краткий Отборочный Тест В. Н. Бузина, Э. Ф. Вандерлика – определение интегрального показателя общих способностей, оценочная шкала – от 0 до 8 баллов [7], методика СПЗ (ситуативно-поисковые задачи, В. Э. Мильман) – диагностика исследовательского потенциала; изучение процесса составления и решения задач респондентом; количественная оценка мыслительного процесса решения задачи, оценочная шкала – от 0 до 0,89 баллов [1].

Анализ результатов анкетирования показал, что использование комплекса исследовательских профессионально ориентированных задач и проектов способствует повышению 3-х качеств: математических знаний, профессиональной мотивации и исследовательских умений. Более того, эти 3 качества взаимосвязаны нелинейной зависимостью, о чем свидетельствует модель, построенная в результате аналитического и численного анализа этой зависимости. Суть модели в следующем.

Пусть  $x, y, z \in [0; 4]$  – результаты измерения соответственно академической успешности, мотивации и уровня исследовательских умений. В экспериментальной группе числилось 24 студента группы ГИС-07, которые в каждом семестре

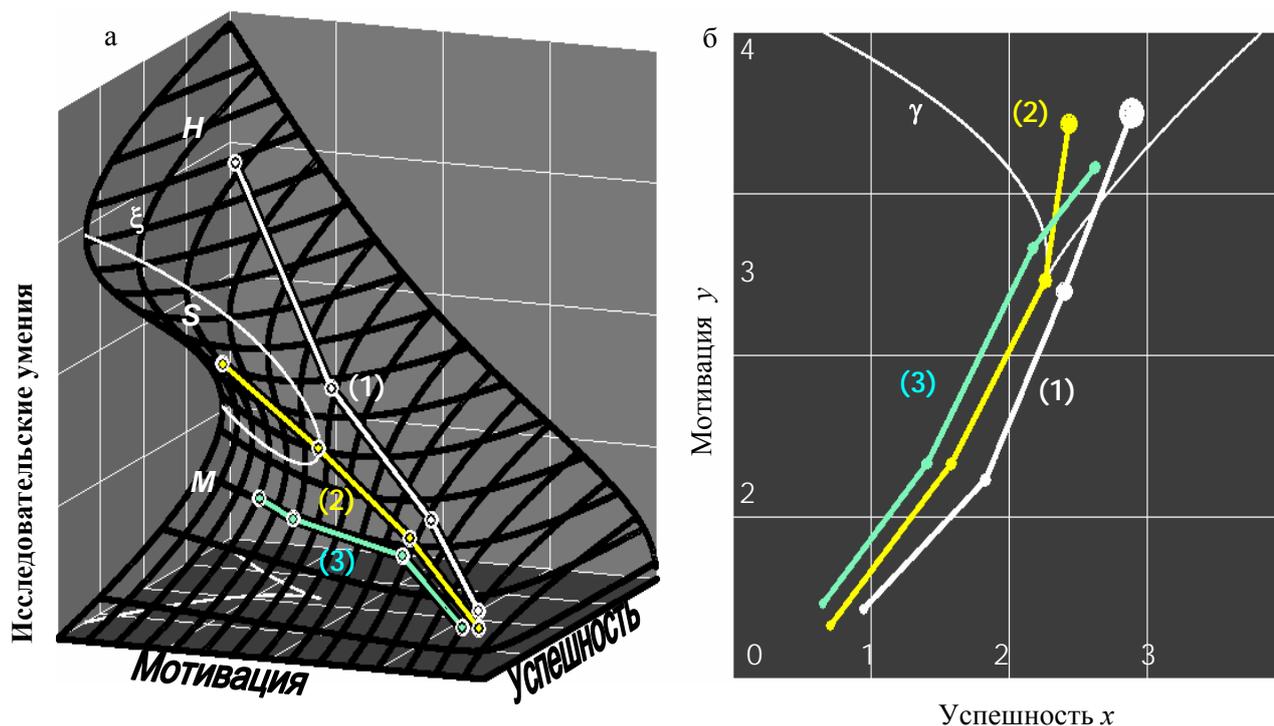
получали оценки по названным признакам. Тем самым в результате измерений каждому студенту приписывалась точка 3-пространства. По результатам 4-х семестров определилась ОИТ каждого студента. Всего за 4 семестра для 24 студентов было получено 96 экспериментальных точек. При установлении аппроксимирующей теоретической поверхности, являющейся нулями неизвестной функции  $F(x, y, z)$ , оказалась несостоятельной идея линейной регрессии. Не подтвердилась и гипотеза о том, что  $F = xy - zL$ , где  $L = Ax + By + Cz$  ( $A, B, C \in \mathbf{R}$ ); при этом нули многочлена  $F$  образуют квадратичный конус с вершиной в начале координат, содержащий оси координат  $x, y$ . Дело в том, что на конус плохо ложатся точки с координатами, близкими к 3. Тогда была выдвинута гипотеза о том, что аппроксимирующей должна быть алгебраическая поверхность  $F$  степени 3 – множество нулей функции

$$F = xy - zQ, \quad (1)$$

где  $Q = az^2 + bzy + cy^2 + dz + ey + f$  ( $a, b, c, d, e, f \in \mathbf{R}$ ) – некоторый многочлен степени 2 от  $y, z$ .

Теоретическая функция  $F$  была найдена методом наименьших квадратов по 96 экспериментальным точкам; при этом было вычислено, что  $3,718; b = -6,021; c = 1,603; d = e = 1,985; f = 0,027$ . На построенной модели были проанализированы ИОТ студентов и дана интерпретация их расположения на  $F$ . Выяснилось, что в определенных условиях при одинаковых значениях мотивации  $y$  и академической успешности  $x$  возможны 3 принципиально разных сценария формирования опыта исследовательской деятельности. Это зависит от того, в какую из 3-х областей ( $H, S, M$ ) попадет ОИТ. На рис. 1 показаны ИОТ 3-х студентов, имеющих к концу 4 семестра примерно равные и достаточно высокие показатели по мотивации и академической успешности, но существенно различные оценки исследовательских умений, о чем говорит тот факт, что их траектории заканчиваются в разных областях.

Так, студенту с низким уровнем  $z$  исследовательских умений соответствует область  $M$ . Это явилось следствием того, что в его мотивации техническая составляющая существенно прева-



**Рис. 1.** (а) – Алгебраическая поверхность  $F$  степени 3, заданная уравнением (1), имеет сборку. Бифуркационная кривая  $\xi$  поверхности  $F$  характеризуется тем, что  $\partial F/\partial z = 0$  в любой точке кривой  $\xi$ . Проекция  $\gamma$  кривой  $\xi$  на плоскость  $z = 0$  имеет точку возврата – касп. (б) – Плоскость  $z = 0$  и проекции на нее ИОТ трех студентов. ИОТ Стеклова (1) и Седухина (3) прошли близко каспа, но ИОТ Стеклова попала в область  $H$  «изобретателей», а ИОТ Седухина – в область  $M$  «исполнителей». ИОТ Павленко (2) пересекла  $\xi$  на  $F$  и проникла в область  $S$  внутри  $\xi$  – в область «узкой специализации».

лировала над математической, это привело к проблемам в математике, и, как следствие, неумение строить и изучать математические модели. В то же время, в  $H$  заканчивается ИОТ студента с высоким показателем  $z$ , имеющего блестящую фундаментальную подготовку, а потому способного исследовать математическими средствами (включая программирование на компьютере) довольно трудные проблемы. Между тем, точки области  $S$ , расположенной выше  $M$ , но ниже  $H$ , интерпретированы как точки, отвечающие исследовательским умениям человека, находящегося в плену узкой специализации. Точка в  $S$  характеризует будущего инженера (например, студента А. Павленко), который, увлекшись проблемой, остается с высокой мотивацией и неплохо владеет основными приемами исследовательской деятельности. При этом у него меньше прилежности в изучении математики, он изучает математику поверхностно, мало применяет ее и, в силу увлеченности технической проблемой, возможно, ожидает озарения, которое вывело бы его скачком в область  $H$ . В таких случаях рекомендуется: отойти от проблемы, отложить на некоторое время ее исследование и направить усилия в направлении фундаментальной подготовки. Затем можно снова вернуться к исследованию, чтобы, используя новое понимание проблематики и применив приобретенные знания и умения, в частности, математические, получить оригинальный результат, оформив его в виде проекта, научной статьи или заявки на патент. Это дает возможность без скачка перейти из  $S$  и  $H$ . Вывод: обучение математике будущих инженеров, их увлеченность исследовательской деятельностью и мотивация к изучению математики и инженерным изысканиям должны находиться в гармонии друг с другом. Ослабление любой из этих 3-х составляющих, например, фундаментальной подготовки, включающей в себя математику, приведет в область недостижимости той цели, которая стоит перед образовательной системой – воспроизводство высококвалифицированных специалистов.

Моделирование ИОТ будущих инженеров на кубической поверхности со сборкой полезно тем, что при правильной интерпретации динамики

ИОТ можно предвидеть нежелательное развитие сценария и своевременно рекомендовать студенту внести коррективы в его учебную и исследовательскую деятельность, с целью сделать максимально результативным обучение избранной профессии.

Анализ результатов формирующего эксперимента показал, что использование комплекса ИПОЗ способствует повышению 3-х качеств: математических знаний, профессиональной мотивации и исследовательских умений.

Таким образом, очевидна целесообразность использования методики формирования опыта исследовательской деятельности будущих инженеров на занятиях по высшей математике с использованием ИКТ.

#### Библиографический список:

1. Зверева, Н. Г. Проектирование индивидуальных образовательных маршрутов студентов педвуза на основе комплексной психолого-педагогической диагностики [Текст] : автореф. дис ... канд. пед. наук / Н. Г. Зверева – Ярославль : 2007. – 24 с.
2. Мильман, В. Э., Поливанова, Н. И. Структурно-содержательное и предметно-рефлексивное взаимодействие в мыслительном процессе [Текст] / В. Э. Мильман, Н. И. Поливанова // «Новые исследования в психологии». Сообщение 1. Теоретическая и методическая постановка проблемы. – 1985. – № 1. – С. 14–19.
3. Очков, В. Ф. MathCAD PLUS 6.0 для студентов и инженеров [Текст] / В. Ф. Очков – М. : ТОО фирма «КомпьютерПресс», 1996. – 238 с.
4. Практикум по возрастной психологии / под ред. Л. А. Головей, Е. Ф. Рыбалко. – СПб. : Речь, 2001. – 688 с.
5. Хуторской, А. В. Современная дидактика: учеб. для вузов [Текст] / А. В. Хуторской. – СПб. : Питер, 2001. – 544 с.
6. Якиманская, И. С. Разработка технологии личностно-ориентированного обучения / [Текст] И. С. Якиманская // Вопросы психологии. 1985. – № 2. – С. 31–41.
7. URL: <http://vsetesti.ru/412/>