

Ташкинов Юрий Андреевич,

аспирант кафедры инженерной и компьютерной педагогики, Донецкий национальный университет; ассистент кафедры прикладной химии, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2; e-mail: j.a.tashkinov@gmail.com

**СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: педагогическое прогнозирование; инженеры-строители; подготовка специалистов; синергетический подход; компетентностный подход; образовательные результаты.

АННОТАЦИЯ. Прогнозирование уровня сформированности компетенций студентов строительного архитектурного вуза является важной проблемой на нынешнем этапе развития общества, что связано с повсеместной цифровизацией всех отраслей экономики и хозяйства, а также с «информационным взрывом» – постоянным ростом количества знаний и технологий, что влечет за собой и рост требований к выпускникам. Показано, что проблема может быть решена с использованием синергетического подхода и методов компьютерной (вычислительной) педагогики. Модель оформлена в виде «строящегося здания», поэтому ее стоит читать снизу вверх; состоит из семи блоков: «Прогноз», в котором охарактеризованы основные этапы технологии педагогического прогнозирования; «Средства вычислительной педагогики, применяемые для прогнозирования»; «Будущий инженер-строитель», в котором перечислены этапы обучения студента в строительном вузе; «Синергетика», в котором студент рассмотрен как самоорганизующаяся система; «Обучение», в котором детально описаны этапы обучения студента; «Образовательные результаты», где охарактеризовано формирование индивидуальных компетенций; «Внешние условия», в котором перечислены основные показатели прогнозного фона. Представлена технология прогнозирования, ставшая основой построенной модели и состоящая из трех стадий: ретроспекции, диагноза и проспекции. Стадии разделены на этапы, на каждом из которых студенческий коллектив и прогностическая система вуза рассмотрены как самоорганизующаяся система, что позволило повысить эффективность прогнозирования. Результаты прогнозирования внесены на лепестковую диаграмму совместно с реальными образовательными результатами студентов, чем показана эффективность разработанной технологии. Проверка проведена на базе 102 студентов, обучающихся в 5 академических группах ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (бакалавриат).

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ташкинов, Ю. А. Синергетическая модель прогнозирования образовательных результатов будущих инженеров-строителей / Ю. А. Ташкинов. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 6. – С. 146-155. – DOI: 10.26170/po20-06-17.

Tashkinov Yury Andreevich,

Postgraduate Student of Department of Engineering and Computer Pedagogy, Donetsk National University; Assistant of Department of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, Donetsk

**FUTURE CIVIL ENGINEERS EDUCATIONAL OUTCOMES
PREDICTING SYNERGETIC MODEL**

KEYWORDS: pedagogical forecasting; civil engineers; training of specialists; synergistic approach; competence-based approach; educational outcomes.

ABSTRACT. Predicting the level of formation of competencies of students of a building and architectural university is an important problem at the current stage of development of society, which is associated with the widespread digitalization of all sectors of the economy and economy, as well as with the “information explosion” – a constant increase in the amount of knowledge and technology, which entails growth requirements for graduates. It is shown that the problem can be solved using a synergistic approach and methods of computer (computational) pedagogy. The model is designed as a “building under construction”, so it is worth reading from the bottom up; consists of seven blocks: “Forecast”, which describes the main stages of pedagogical forecasting technology; “Means of computational pedagogy used for forecasting”; “Future Civil Engineer”, which lists the stages of student learning at a construction university; “Synergetics”, in which the student is considered as a self-organizing system; “Education”, which describes in detail the stages of student learning; “Educational results”, which describes the formation of individual competencies; “External conditions”, which lists the main indicators of the forecast background. The forecasting technology, which became the basis of the constructed model, is presented. Consisting of three stages: retrospection, diagnosis and prospectus. The stages are divided into stages, at each of which the student team and the forecasting system of the university are considered as a self-organizing system, which made it possible to increase the efficiency of forecasting. The forecasting results are entered on the petal diagram together with the real educational results of students, which shows the effectiveness of the developed technology. The audit was conducted on the basis of 102 students studying in 5 academic groups of the SEI HPE “Donbass National Academy of Construction and Architecture”, in the direction of preparation 08.03.01 “Construction” (bachelor’s degree).

FOR CITATION: Tashkinov, Yu, A. (2020). Future Civil Engineers Educational Outcomes Predicting Synergetic Model. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 6, pp. 146-155. DOI: 10.26170/po20-06-17.

Наблюдается повсеместное увеличение объема знаний во всех отраслях экономики, в том числе и в строительной сфере. Нередко выпускники сталкиваются с ситуацией при трудоустройстве, когда сразу по завершении вуза необходимо изучать новые строительные технологии, ознакомление с которыми не было предусмотрено в образовательных стандартах. Немалая часть ответственности за соответствие требований к студенту современному уровню развития строительной сферы лежит на преподавателях вузов. Важное место в современной профессиональной подготовке должно отводиться педагогическому прогнозированию результатов обучения: такой подход позволяет устранять несоответствие уровня сформированности у будущего инженера-строителя важных компетенций профессиональному стандарту.

Целью исследования является разработка модели прогнозирования образовательных результатов студентов инженерно-строительного вуза в рамках синергетического и компетентностного подходов.

Основным методом прогнозирования с использованием компьютерной педагогики является *моделирование* – общенаучный метод познания, применяющийся при изучении различных явлений природы и общества путем построения и изучения их моделей [3; 7]. Модель, согласно Р. В. Майеру, – это материальный или идеальный объект, замещающий исследуемую систему и адекватным образом отображающий ее существенные стороны [7].

Различными аспектами моделирования процесса обучения занимались Р. Аткинсон, Г. Бауэр, А. Н. Дахин, Е. Е. Котова и Д. Х. Имаев, С. Уззо, В. А. Штофф и др. Модели с позиции подготовки будущего специалиста рассматриваются в работах Г. А. Атанова, М. Г. Коляды, В. В. Серикова, Н. Ф. Талызиной и др. Созданием моделей компетенций инженера-строителя занимались В. Иванов, Е. Корчагин, В. Сучков и др. Однако модели прогнозирования с точки зрения синергетического подхода в литературе не рассмотрены.

Термин «образовательные результаты» раскрыт в работах Л. Н. Буйловой и Н. В. Кленовой, Н. О. Васильевой, Т. В. Ледовской и Н. Э. Солянина, И. Я. Лернера, З. Г. Нигматова, В. В. Юдина и др. Из многообразия подходов к трактовке образовательных результатов для создания модели были выбраны компетентностный и синергетический. *Компетентностный подход* (А. Л. Андреев, В. А. Болотов, А. Н. Дахин, Л. В. Занина, Э. Ф. Зеер, И. А. Зимняя, Г. К. Селевко) ориентирован на практическую составляющую обучения; образовательными результатами являются сформированные компетен-

ции, соответствующие образовательному и профессиональному стандартам; на данный момент является самым популярным в педагогической литературе, как отечественной, так и зарубежной; перечень компетенций включен в государственные образовательные стандарты, например, для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство». Такая стандартизация значительно упрощает задачу прогнозирования. *Синергетический подход* (В. И. Андреев, В. Г. Буданов, В. Г. Кремень и В. В. Ильин, В. А. Федоров, С. П. Фирсова и др.), предложенный И. Р. Пригожиным, рассматривает образовательную среду как самоорганизующуюся систему, а эффективность ее функционирования – как показатель успешности использования ресурсов для дальнейшего развития. Авторы рассматривают синергетический подход в педагогике как абсолютно новый, однако есть ряд статей 2000-х гг., которые упоминают данный метод в педагогике, но широкое применение он действительно находит в относительно новых статьях. Родоначальником педагогического прогнозирования является Э. Г. Костяшкин. Вопросы педагогического прогнозирования – одного из разделов социального прогнозирования, нашли отражение в работах И. В. Бестужева-Лады и Г. А. Наместниковой [1], Т. И. Бугаевой и М. Г. Коляды [3], А. И. Карманчикова [2], А. В. Брушлинского, В. М. Сафроновой, Б. С. Гершунского, В. И. Загвязинского, А. В. Захарова, А. Ф. Матушак, Л. Е. Никитиной, Л. А. Регуш, М. А. Хайрулдинова и ряда других, но применение компьютерных технологий для прогнозирования образовательных результатов в среде отечественных статей рассмотрено недостаточно, а изучение работ зарубежных коллег ограничено не только языковым барьером, но и чрезмерно прагматичным подходом западных коллег: работы по образовательной аналитике узко специализированны и избыточно технической терминологией, что вызывает сложность восприятия текста педагогов, которые не владеют необходимым уровнем знаний программирования и IT-технологий.

Прогнозирование образовательных результатов будущих инженеров-строителей средствами вычислительной педагогики – организованное системное научное исследование, направленное на получение опережающей информации о перспективах уровня сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов инженерного архитектурного вуза и принятия оптимальных решений в процессе формирования компетенций, опираясь на достижения классической психолого-педагогической науки и информационно-коммуникационных технологий, ме-

тодов моделирования, интеллектуальных систем и ряда других методов и технологий. Построенная модель представлена на рисунке 1. Модель на рисунке 1 оформлена в виде «строющегося здания», поэтому ее стоит читать снизу вверх; состоит из семи блоков:

- «Прогноз», в котором охарактеризованы основные этапы технологии педагогического прогнозирования;
- «Средства вычислительной педагогики, применяемые для прогнозирования»;
- «Будущий инженер-строитель», в ко-

тором перечислены этапы обучения студента в строительном вузе;

- «Синергетика», в котором студент рассмотрен как самоорганизующаяся система;
- «Обучение», в котором детально описаны этапы обучения студента;
- «Образовательные результаты», где охарактеризовано формирование индивидуальных компетенций;
- «Внешние условия», в котором перечислены основные показатели прогнозного фона.

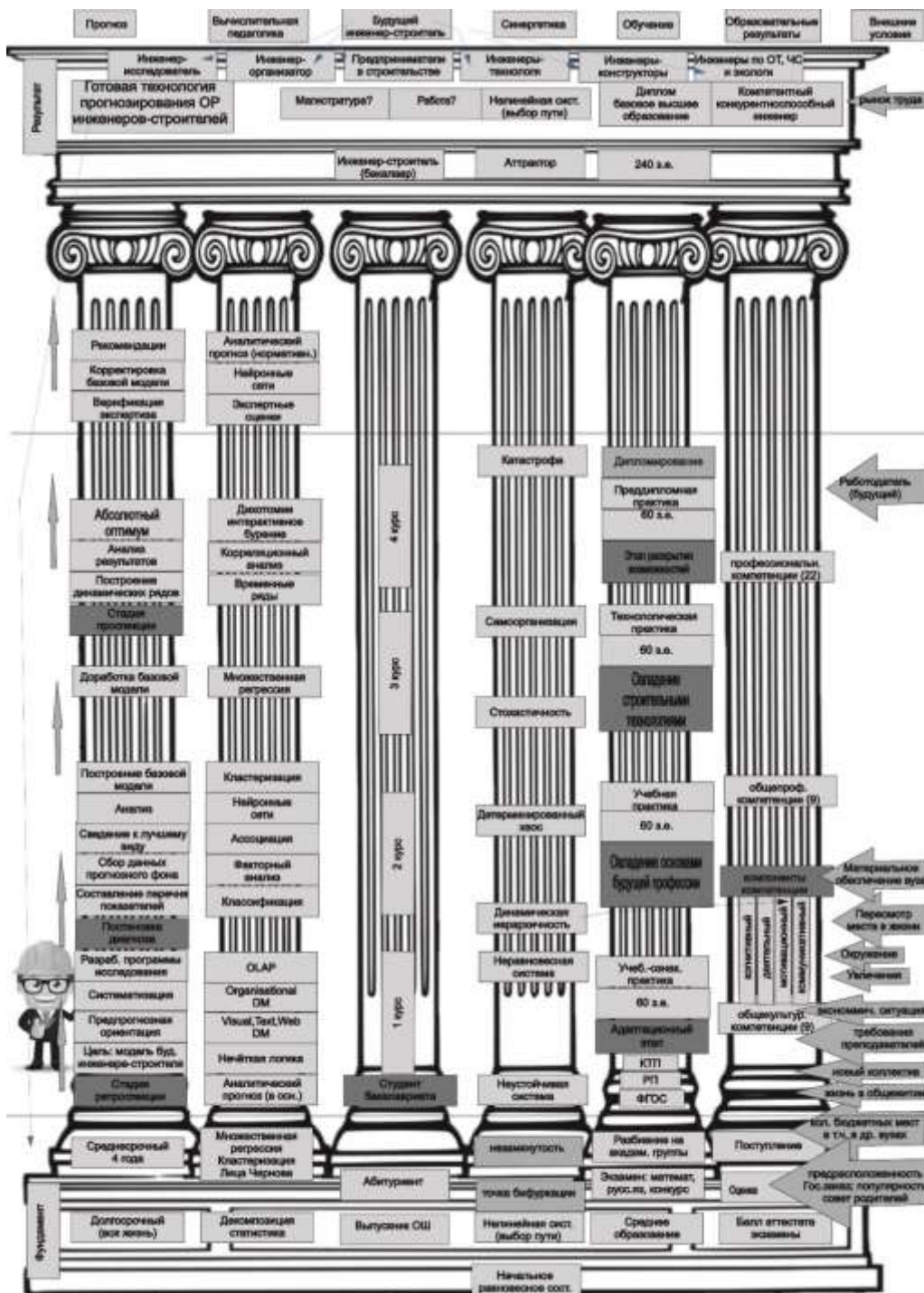


Рис. 1. Синергетическая модель прогнозирования образовательных результатов студентов-строителей средствами компьютерной педагогики

На рисунке представлена объемная, многомерная модель, которая может рассматриваться по фрагментам, в зависимости от поставленных целей. В качестве «фундамента» модели выбраны знания абитуриента по математике, физике и другим фундаментальным для инженера-строителя дисциплинам. Верхняя часть – «крыша», показывает выпускника бакалавриата строительного вуза. Поэтому если рассматривать модель снизу вверх, то она рассматривает не только весь процесс обучения в вузе, но и преемственность «школа / вуз», «бакалавриат / магистратура», «бакалавриат / работа инженера-строителя», «приемная компания / бакалавриат». Если рассматривать модель слева направо, то ее можно разбить на следующие составляющие:

– Первая и вторая «колонны»: рекомендации по выбору средств вычислительной педагогики для каждого этапа прогнозирования.

– Первая и третья «колонны»: рекомендации по времени проведения прогноза (семестр обучения студента, на котором надо провести тот или иной этап).

– Третья, четвертая и пятая: описание процесса обучения в строительном вузе с точки зрения синергетического подхода.

– Первая и шестая: оценка достоверности прогноза для уровня сформированности каждого типа прогноза.

– Первая «колонна» и блок «Внешние условия»: максимальный уровень влияния различных показателей прогнозного фона на результаты прогнозирования.

Читатель может рассматривать либо фрагменты составной модели как отдельные модели, либо всю объемную модель целиком, чтобы видеть взаимосвязи между различными характеристиками прогноза.

За основу прогнозирования взяты работы М. Г. Коляды [3], И. В. Бестужева-Лады [1], А. И. Карманчикова [2].

В. В. Костыгина [5] выделяет следующие этапы в подготовке инженера-строителя, в соответствии с курсом обучения.

Адаптационный этап: знакомство с основами будущей профессии, работой опытных проектировщиков, строителей, спецификой учебного процесса,хождение студентами летней учебно-ознакомительной практики. Возможна организация внеучебной самостоятельной работы, в ходе которой студенты осуществляют наблюдение за работой, проводимой на стройке, деятельностью проектных организаций. На первом курсе проводятся индивидуальные собеседования со студентами, цель которых – выявить способности студента и оказать помощь в выборе направления самостоятельной работы. У студента ДонНАСА формируется большинство

универсальных компетенций в объеме 60 з.е. Если рассматривать студента как синергетическую систему, то можно отметить неустойчивость.

Второй этап: *овладение основами будущей профессии.* Происходят профессиональная адаптация, накопление учебно-дидактических и нормативных знаний. К концу второго курса студенты подготовили небольшие учебные проекты и сформировали круг интересов в будущей профессиональной деятельности. У студента формируется большинство общепрофессиональных компетенций в объеме 60 з.е. В качестве альтернативы стандартному прохождению практики применяется работа в студенческих строительных отрядах, представляющих собой небольшие проектные бригады, что позволяет будущим специалистам квалифицированно решать профессиональные задачи. В стройотрядах определяются не только общая модель инженера-строителя с высшим образованием, но и универсальный тип личности, формируемый в социокультурной среде студенческого строительного отряда на основании предполагаемой жизненной ситуации, и умение работать в команде. Если рассматривать обучение студентов с точки зрения синергетики, то можно говорить о переходе на стадию динамической иерархичности: компетенции имеют четыре компонента: когнитивный, деятельностный, мотивационный, коммуникативный. Наблюдается переход к стадии детерминированного хаоса: студент определился с направлением дальнейшей профессиональной деятельности, а не желающие учиться студенты отчислены, но строительная отрасль претерпевает постоянные изменения. На образовательные результаты оказывают влияние увлечение, окружение и пересмотр студентом места в жизни и материальное обеспечение вуза.

Этап овладения строительными технологиями: знакомство с различными аспектами будущей профессиональной деятельности: конструирование, сметное дело, технология возведения зданий, техника безопасности и т. д. Молодой инженер-строитель призван быстро и эффективно, в условиях нарастающих информационных потоков и высокотехнологичного производства, переключаться с одного вида деятельности на другой. Студент ДонНАСА осваивает часть профессиональных компетенций (ПК-1 – ПК-12) в объеме 60 з.е. С точки зрения синергетического подхода можно рассматривать как переход в стадию стохастичности: студент переполнен новыми идеями, но разрозненными, что затрудняет прогнозирование образовательных результатов. К концу третьего курса происходит переход к стадии самоорганизации: студент по

настоящему становится будущим инженером-строителем, разрозненные идея выкристаллизовываются вокруг определенной концепции.

На *четвертом этапе* студенты осознают, что базовые теоретические и практические знания дают им возможность раскрыть интеллектуальные способности. Вносят вклад спецкурсы, семинары, лабораторные практикумы, участие в научных разработках и конференциях. Идет углубление и расширение круга интересов. В процессе обучения важным этапом становится элемент творчества, проявляемый при разработке проектов, создании новых конструкций, научных исследований. Завершением четвертого этапа является преддипломная практика, ориентированная на работу дублерами специалистов. Студент, готовящийся в будущем занимать должности, требующие высшего технического образования в области материального производства – проектирование, строительство, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений, должен в совершенстве изучить основы будущей профессии. На этом этапе студент осваивает часть профессиональных компетенций (ПК-13 – ПК-22) в объеме 60 з.е. Будущий инженер проходит через стадию катастрофы: защита дипломной работы. Если рассматривать обучение студентов с точки зрения синергетики, получение диплома бакалавра можем охарактеризовать как переход на относительно стабильную стадию аттрактора. Но система по-прежнему нелинейная: квалифицированный инженер-бакалавр может устроиться на работу либо пойти учиться далее в магистратуру. На это влияют рынок труда и государственная политика в области трудоустройства. Строительные компании иногда на должность инженера берут кадры с дипломом магистра или специалиста, но не бакалавра.

Составлен долгосрочный прогноз, в котором рассчитаны предполагаемые уровни сформированности компетенций будущего инженера-строителя как минимум через четыре года после поступления в вуз (в момент окончания бакалавриата), как максимум – на период всей дальнейшей трудовой деятельности квалифицированного специалиста, с минимальным необходимым дополнительным последипломным образованием. В технологию включен только период обучения студента в бакалавриате; для прогноза компетенций студентов-магистрантов необходимо проводить новый прогноз, который, тем не менее, включает те же стадии.

1. Стадия *ретроспекции* состояла из следующих этапов:

1.1. *Этап определения целей и задач педагогического прогнозирования образовательных результатов будущих инженеров*

строителей. По степени формализации применены интуитивные (нематематические) методы, осуществлен до начала учебного года. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, учитываем *динамичную иерархичность* – образовательная система в строительном вузе подвержена возникновению, становлению и смене новой системой [6, с. 18-19], но вместе с тем и гомеостатичность, т. е. наличие определенных рамок, за которые при критических изменениях подготовка специалиста не выходит. Прогнозы чаще всего *нелинейные*: есть варианты выбора целей, от которых зависит и полученный результат прогнозирования, и его эффективность.

1.2. *Этап предпрогнозной ориентации*: осуществлен до начала учебного года, но после проведения вступительной кампании. Здесь можно применять как интуитивный прогноз, так и формализованные методы. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, учли незамкнутость системы: на подготовку специалиста влияет ряд внешних факторов. Изменяется совокупность требований к компетенциям инженера-строителя, изменяются рынок труда и государственный заказ на специалистов, экономическая стабильность определяет количество бюджетных мест в вузах. Здесь можно применить интуитивное прогнозирование и результаты предыдущих прогнозов, где можно использовать такие методы компьютерной педагогики, как Real-Time EDM [8] и OLAP-кубы [9]. В рамках этой статьи не приводится подробное описание технологий педагогической аналитики, т. к. мы провели подробное описание в предыдущих публикациях [12; 9; 10; 11; 4]. По проблемно-целевой системе признаков это нормативный прогноз, а по признаку нормативности – плановый. Составлялся как среднесрочный прогноз образовательных результатов будущих инженеров-строителей (на 4 года) и краткосрочный прогноз (на 1 семестр), так и среднесрочный прогноз по 1 дисциплине (на 1 учебный семестр), и среднесрочный (на 1 учебный модуль).

1.3. *Этап предварительной систематизации собранной информации* об учебном процессе в строительном вузе, осуществлен по завершении первого учебного семестра. Рассматриваем группу студентов с точки зрения синергетического подхода: в момент поступления в архитектурно-строительную академию молодые люди проходят через точку бифуркации, оказываясь на новом качественном уровне – теперь они не школьники, а студенты. Цели и мотивы обучения у первокурсников быстро изменяются, поэтому если рассматривать группу студентов как систему, то ее можно

охарактеризовать как неустойчивую. Вследствие этого можем выявить лишь предварительный перечень показателей из многообразия собранной информации. По периоду упреждения этот этап представляет собой краткосрочный прогноз с применением технологии Organizational DM, например, построение OLAP-куба.

1.4. *Этап разработки предварительной программы прогнозирования*, осуществлен по завершении первого года обучения. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, характеризуем систему как находящуюся в стадии динамической иерархичности: учтено формирование всех компонентов – когнитивного, деятельностного, мотивационного и коммуникативного. По степени формализации применены интуитивные (нематематические) методы. По периоду упреждения этот этап является либо среднесрочным, либо краткосрочным прогнозом.

Для проведения стадии ретроспекции рекомендуем включать в состав экспертной группы педагогов-теоретиков, которые не будут принимать участия в непосредственном создании прогноза, но работа которых поможет систематизировать знания о процессе обучения в строительном вузе.

2. *Стадия постановки диагноза* состояла из таких этапов.

2.1. *Этап составления предварительного перечня показателей модели* по данным из различных источников, осуществлен на втором курсе обучения студентов. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, на этом этапе прогнозирования переходим на стадию детерминированного хаоса. Учебные дисциплины являются относительно обособленной системой, но вместе с тем встраиваются в образовательную систему вуза; студент представляет собой личность, но необходимо формировать стандартный набор компетенций; преподаватель выбирает из имеющегося разнообразия средств, технологий и методов, а также из имеющегося информационного поля именно те, которые будут формировать необходимые компетенции у будущего инженера-строителя. При этом взаимодействие указанных факторов формирует новые временные структуры, сменяющие друг друга [6, с. 22]. Все полученные модели отвечают требованию нелинейности, как и любая модель в синергетике. По степени формализации применены компьютерные вычислительные методы: линия тренда (для предварительной прикидки имеющихся тенденций), описательный анализ, классификация (для выявления важных признаков, по которым в дальнейшем можем провести кластериза-

цию), технология Visual Mining [11; 4], системы нечеткой логики [9], факторный анализ. По периоду упреждения этот этап является краткосрочным прогнозом.

2.2. *Этап сбора данных прогнозного фона*, как и предыдущий, осуществлен во время обучения студентов на втором курсе. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, можно говорить о том, что аттракторы одной системы могут оказывать значительное влияние на другую систему, если она находится на стадии нелинейности и неустойчивости. Применены следующие методы компьютерной педагогики: Real-Time EDM; скользящее среднее; факторный анализ.

2.3. *Этап сведения предварительного перечня показателей к виду, который поможет представить наилучший вид педагогического прогноза*, осуществлен на 2 курсе. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, мы наблюдаем переход системы к этапу самоорганизации. Применены следующие методы компьютерной педагогики: ассоциация; разведочный анализ; таблица частот; цепи Маркова; Real-Time EDM; Visual DM; OLAP; Organizational EDM. По проблемно-целевой системе признаков этот этап представляет собой поисковый прогноз, по периоду упреждения – краткосрочный прогноз.

2.4. *Этап анализа диагностической информации*; осуществлен после окончания студентами второго курса. Если рассматривать прогнозирование с точки зрения синергетического подхода, то этот этап можно считать «катастрофой», характеризующейся переходом представления об образовательных результатах на новый качественный уровень. Собственно, на этом этапе и проводится создание прогноза. А вот группу студентов можно рассматривать как находящуюся на стадии детерминированного хаоса: компетенции формируются постепенно. Применены следующие методы компьютерной педагогики: множественная регрессия; нейронные сети; нечеткая логика; декомпозиция. По периоду упреждения этот этап представляет собой среднесрочный прогноз.

2.5. *Этап построения базовой модели образовательных результатов будущих инженеров строителей и отбора подходящих методов прогнозирования*, осуществлен до начала зимней сессии на третьем курсе. Если рассматривать прогноз с точки зрения синергетического подхода, то полученную базовую модель можно назвать аттрактором, система нелинейная, существуют альтернативы. Применены следующие методы компьютерной педагогики: кластеризация; множественная регрессия. По периоду упреждения мо-

дель охватывает все имеющиеся данные и позволяет создавать как краткосрочные, так и среднесрочные прогнозы.

2.6. *Этап доработки базовой модели или выбор альтернативных моделей с целью сравнения результатов*, осуществлен по окончании студентами 3 курса. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, мы говорим о том, что студенческие коллективы находятся на стадии самоорганизации. А вот при прогнозировании этот этап имеет признаки как нелинейности (альтернатива выбора), так и бифуркации, если эксперты вынуждены отказаться от старой модели и перейти к новой. Применены следующие методы компьютерной педагогики: регрессионный анализ.

Стадия постановки диагноза позволяет принимать управленческие решения деканам и заместителям деканов по учебной работе. Если результаты прогнозирования образовательных результатов ряда студентов покажут неудовлетворительный балл, то студенты могут быть приглашены для воспитательной беседы, и к моменту сдачи экзамена (или проведения другого ответственного контрольного мероприятия – например, модульного контроля или отчета по производственной практике) студент успеет сдать все задолженности. Если прогнозирование показывает оценку «удовлетворительно» лишь по одной дисциплине, что грозит студенту лишением стипендии, то куратор группы может посоветовать преподавателю внимательно присмотреться к данному студенту, дать дополнительные задания или другим образом дать возможность повысить результат по «проблемной» дисциплине.

3. *Стадия перспективы* состояла из следующих этапов.

3.1. *Этап построения динамических рядов прогнозирования по каждому показателю базовой модели*, осуществлен до начала 4 курса. Применены следующие методы компьютерной педагогики: построение временных рядов; методы ARIMA Бокса-Дженкинса; нейронные сети; Real-Time EDM. По периоду упреждения этот прогноз является краткосрочным.

3.2. *Этап анализа результатов прогнозирования базовой модели с целью выявления особенностей тенденций развития образовательных результатов студентов инженерно-строительного вуза*, осуществлен до зимней сессии на 4 курсе. Если рассматривать прогноз с точки зрения синергетического подхода, то систему можно охарактеризовать как находящуюся в состоянии стохастичности. Применены следующие методы компьютерной педагогики: технология Visual EDM; диаграммы рассеяния; кросс-проверка; корреляцион-

ный анализ.

3.3. *Этап определения абсолютного оптимума с условным абстрагированием от ограничения прогнозного фона*, осуществлен до зимней сессии на 4 курсе. Применены следующие методы компьютерной педагогики: дихотомии; интерактивное бурение. Последующие этапы верификации прогноза проведены по завершении студентами бакалавриата. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, мы можем говорить о том, что система характеризуется стадией катастрофы: защита дипломной квалификационной работы, и переход на новый качественный уровень: дипломированных инженеров-бакалавров, т. е. на этом этапе наблюдаем стадию относительной стабильности (аттрактора). Перед студентами встанет выбор: поступать в магистратуру или заниматься поиском работодателя. Процесс верификации прогноза для эксперта-аналитика является катастрофой: прогноз либо исполнится, либо нет, и в зависимости от этого разработанная технология либо окажется эффективной, или придется повторять все пройденные этапы сначала.

3.4. *Этап верификации педагогического прогноза и его экспертиза*. Применены следующие методы компьютерной педагогики: экспертные оценки; статистические методы.

3.5. *Этап корректировки базовой модели прогнозирования*. Если рассматривать прогнозирование с точки зрения синергетического подхода, то по окончании данного этапа ее можно охарактеризовать как аттрактор. Применены следующие методы компьютерной педагогики: нейронная сеть. По периоду упреждения прогноз можем охарактеризовать как позволяющий создавать как краткосрочные (период до 1 сессии), так и среднесрочные (весь период обучения) и долгосрочные (около 20 лет) прогнозы. На этом этапе не только обработана имеющаяся эмпирическая информация, но и сдвинуты все этапы прогнозирования, чтобы иметь возможность предварительной прикидки образовательных результатов не на 4 курсе, а гораздо ранее. По степени формализации применялись как интуитивные (нематематические), так и вычислительные методы.

3.6. *Этап разработки рекомендаций*, осуществлен до поступления недавних выпускников в магистратуру и до нового набора студентов. Рассматривая группу студентов с точки зрения синергетического подхода, мы имеем дело с относительно устойчивой, открытой системой. По степени формализации применялись интуитивные (нематематические) методы. По проблемно-

целевой системе признаков это нормативный прогноз, а по признаку нормативности – программный.

Проверка эффективности полезна экспертным группам – для улучшения эффективности последующих прогнозов, а также администрации вуза – для принятия стратегических управленческих решений: например, по внесению изменений в учебные планы, по увеличению часов на изучение некоторых дисциплин, по перераспре-

делению бюджетных мест на различные профили подготовки, которые относятся к направлению подготовки 08.03.01 Строительство, либо даже при получении лицензии на открытие новых профилей подготовки и новых специальностей.

Учет влияния самоорганизации студенческого коллектива позволяет вносить коррективы в прогнозы, в зависимости от курса обучения, что стало причиной повышения эффективности прогнозирования (см. рис. 2).

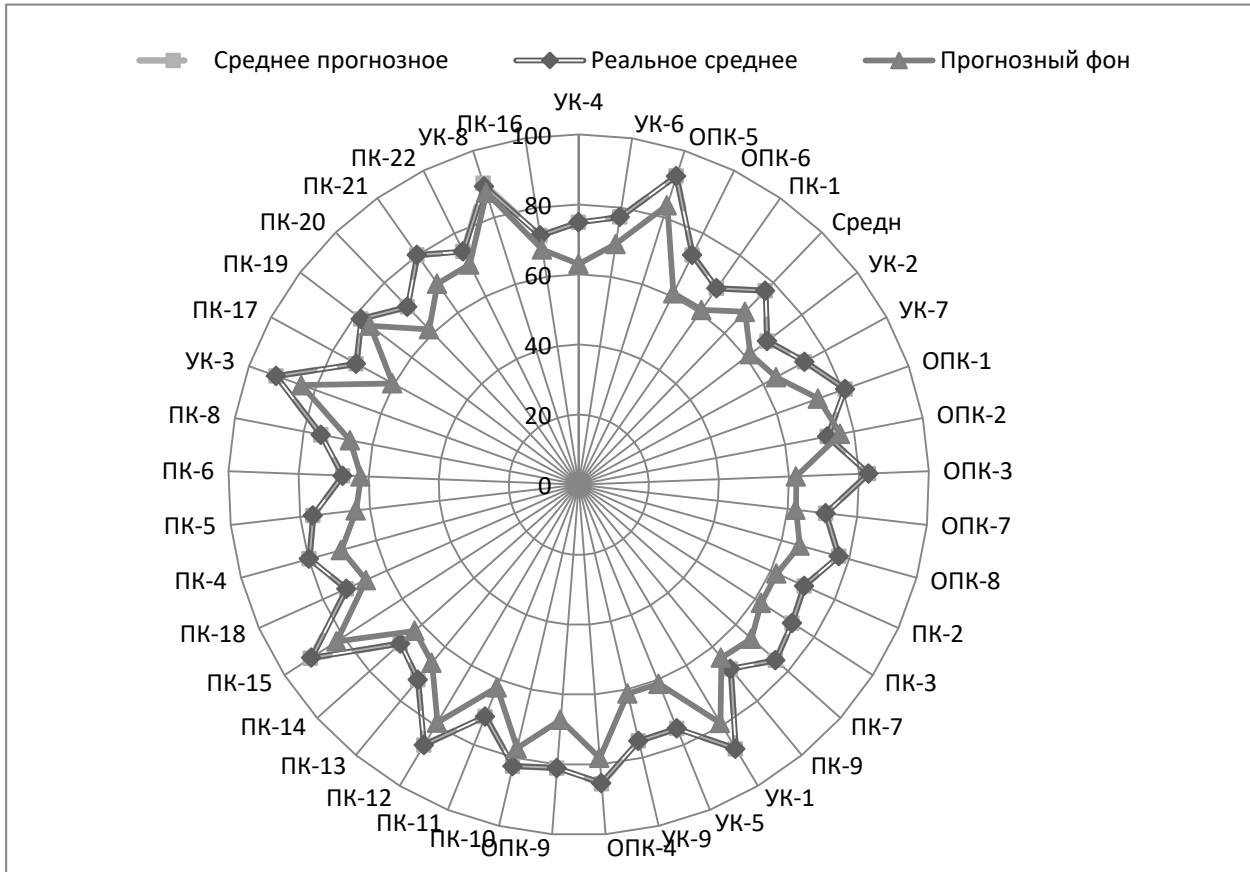


Рис. 2. Сравнение прогнозируемого среднего профиля компетенций будущего инженера-строителя с реальными значениями, в виде лепестковой диаграммы

Из рисунка 2 видно практически полное совпадение прогнозов и реальных средних значений каждой индивидуальной компетентности, т. е. для больших массивов статистической информации такое прогнозирование поможет предсказывать результаты успехов групп студентов строительного вуза с отличной точностью. Проверка проведена на базе 102 студентов, обучающихся в 5 академических группах ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (бакалавриат). Подробнее с возможностями разработанной нами технологии можно ознакомиться в предыдущих работах [12; 9; 10; 4; 13; 8].

Заключение. Разработана модель прогнозирования образовательных резуль-

татов студентов инженерно-строительного вуза с точки зрения синергетического и компетентностного подходов, и проверена ее эффективность. В дальнейшем планируется дополнение модели значениями прогнозного фона.

Разработанная технология позволяет на ранних этапах прогнозировать возможные пробелы в знаниях студентов строительного вуза, что поможет избежать проблем при изучении дисциплин, содержание которых логически связано с ранее изученными курсами. Педагогическое прогнозирование будет полезно студентам (для выбора наилучшей профессии, которая бы максимально соответствовала образовательным результатам, из широкого спектра предоставляемого владельцу диплома по данному

направлению подготовки), работодателям (для выбора лучших инженеров-строителей из числа выпускников вуза), администрации вуза (для эффективного устранения пробелов в знаниях студентов) Впервые в литературе представлен синергетический подход к педагогическому прогнозированию, что может быть полезно педагогам-исследователям и новаторам. Педагогиче-

ский прогноз, как и сам процесс обучения, подчиняются законам самоорганизующейся системы, поэтому синергетический подход сможет стать базой для создания новой отрасли педагогических наук, исследования в которой будут полезны как теоретикам дидактики, так и практикующим преподавателям вузов (а при соответствующем расширении модели – и школьным учителям).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бестужев-Лада, И. В. Социальное прогнозирование / И. В. Бестужев-Лада, Г. А. Наместникова. – М. : Педагогическое общество России, 2002. – 269 с.
2. Карманчиков, А. И. Логика педагогического прогнозирования / А. И. Карманчиков. – Ижевск : ИПК И ПРО УР, 2012. – 83 с.
3. Коляда, М. Г. Педагогическое прогнозирование: теоретико-методологический аспект / М. Г. Коляда, Т. И. Бугаева. – Донецк : Ноулидж, 2014. – 268 с.
4. Коляда, М. Г. Реализация элементов дифференцированного обучения в математике с использованием пиктограмм «Лица Чернова» / М. Г. Коляда, Ю. А. Ташкинов // Дидактика математики: проблемы и исследования. – Донецк, 2019. – Вып. 49. – С. 73-82.
5. Костыгина, В. В. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров-строителей в процессе учебно-производственных практик : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Костыгина В. В. – Пенза, 2010. – 168 с.
6. Курейчик, В. М. Синергетические принципы в моделировании педагогических систем / В. М. Курейчик, В. И. Писаренко // Открытое образование. – 2013. – № 6. – С. 16-23.
7. Майер, Р. В. Исследование математических моделей дидактических систем на компьютере / Р. В. Майер. – Глазов : Глазов. гос. пед. ин-т, 2018. – 160 с.
8. Ташкинов, Ю. А. Педагогическое прогнозирование с применением визуального анализа (на примере технологической готовности будущих инженеров-строителей) / Ю. А. Ташкинов, И. В. Демяненко // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 3. – С. 164-171. – DOI: 10.26170/PO20-03-20.
9. Ташкинов, Ю. А. Моделирование образовательных результатов будущих инженеров-строителей с использованием технологии многомерной аналитики в MS Excel / Ю. А. Ташкинов // Научная сокровищница образования Донетчины. – 2019. – № 2. – С. 33-38.
10. Ташкинов, Ю. А. Моделирование сформированности прогностической компетенции инженера-строителя с использованием интеллектуальных систем / Ю. А. Ташкинов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2019. – № 135. – С. 59-63.
11. Ташкинов, Ю. А. Обзор возможностей Education Data Mining как эффективного средства педагогического прогнозирования в профессиональном образовании / Ю. А. Ташкинов // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк : ДонНУ, 2019. – С. 317-319.
12. Ташкинов, Ю. А. Педагогическое прогнозирование образовательных результатов будущих инженеров-строителей в реальном времени / Ю. А. Ташкинов. – Текст : электронный // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. – 2020. – Т. 8, № 1 (28). – DOI: 10.23888/HUMJ2020135-45/ – URL: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=416>.
13. Ташкинов, Ю. А. Технология прогнозирования образовательных результатов студентов строительного вуза средствами компьютерной педагогики / Ю. А. Ташкинов // Интеграция образования. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 483-500. – DOI: 10.15507/1991-9468.100.024.202003.483-500.

REFERENCES

1. Bestuzhev-Lada, I. V., Namestnikova, G. A. (2002). *Sotsial'noe prognozirovanie* [Social forecasting]. Moscow, Pedagogicheskoe obshchestvo Rossii. 269 p.
2. Karmanchikov, A. I. (2012). *Logika pedagogicheskogo prognozirovaniya* [The pedagogical forecasting logic]. Izhevsk, IPK i PRO UR. 83 p.
3. Kolyada, M. G., Bugaeva, T. I. (2014). *Pedagogicheskoe prognozirovanie: teoretiko-metodologicheskii aspekt* [Pedagogical forecasting: theoretical and methodological aspect]. Donetsk, Knoulidzh. 268 p.
4. Kolyada, M. G., Tashkinov, Yu. A. (2019). Realizatsiya elementov differentsirovannogo obucheniya v matematike s ispol'zovaniem piktogramm «Litsa Chernova» [The implementation of the elements of differentiated learning in mathematics using the pictograms "Faces of Chernov"]. In *Didaktika matematiki: problemy i issledovaniya*. Donetsk. Vol. 49, pp. 73-82.
5. Kostygina, V. V. (2010). *Formirovanie professional'noy kompetentnosti budushchikh inzhenerov-stroiteley v protsesse uchebno-proizvodstvennykh praktik* [Formation of professional competence of future civil engineers in the process of industrial training practices]. Dis. ... kand. ped. nauk. Penza. 168 p.
6. Kureychik, V. M., Pisarenko, V. I. (2013). *Sinergeticheskie printsipy v modelirovanii pedagogicheskikh sistem* [Synergetic principles in modeling pedagogical systems]. In *Otkrytoe obrazovanie*. No. 6, pp. 16-23.
7. Mayer, R. V. (2018). *Issledovanie matematicheskikh modeley didakticheskikh sistem na komp'yutere* [The study of mathematical models of didactic systems on a computer]. Glazov. 160 p.
8. Tashkinov, Yu. A., Demyanenko, I. V. (2020). *Pedagogicheskoe prognozirovanie s primeneniem vizual'nogo analiza (na primere tekhnologicheskoy gotovnosti budushchikh inzhenerov-stroiteley)* [Visual mining pedagogical forecasting (on the example of technological readiness of future engineers-builders)]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 3, pp. 164-171. DOI: 10.26170/po20-03-20.

9. Tashkinov, Yu. A. (2019). Modelirovanie obrazovatel'nykh rezul'tatov budushchikh inzhenerov-stroiteley s ispol'zovaniem tekhnologii mnogomernoy analitiki v MS Excel [Modeling the educational results of future civil engineers using multidimensional analytics technology in MS Excel]. In *Nauchnaya sokrovishchnitsa obrazovaniya Donetchiny*. No. 2, pp. 33-38.

10. Tashkinov, Yu. A. (2019). Modelirovanie sformirovannosti prognosticheskoy kompetentsii inzhenera-stroitel'ya s ispol'zovaniem intellektual'nykh sistem [Modeling the formation of prognostic competence of a civil engineer using intelligent systems]. In *Vestnik Donbasskoy natsional'noy akademii stroitel'stva i arkhitektury*. No. 135, pp. 59-63.

11. Tashkinov, Yu. A. (2019). Obzor vozmozhnostey Education Data Mining kak effektivnogo sredstva pedagogicheskogo prognozirovaniya v professional'nom obrazovanii [Overview of the capabilities of Education Data Mining as an effective means of pedagogical forecasting in vocational education]. In *Donetskie chteniya 2019: obrazovanie, nauka, innovatsii, kul'tura i vyzovy sovremennosti*. Donetsk, DonNU, pp. 317-319.

12. Tashkinov, Yu. A. (2020). Pedagogicheskoe prognozirovanie obrazovatel'nykh rezul'tatov budushchikh inzhenerov-stroiteley v real'nom vremeni [Pedagogical forecasting of educational results of future civil engineers in real time]. In *Lichnost' v menyayushchemsya mire: zdorov'e, adaptatsiya, razvitie*. Vol. 8. No. 1 (28). DOI: 10.23888/humJ2020135-45. URL: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=416>.

13. Tashkinov, Yu. A. (2020). Tekhnologiya prognozirovaniya obrazovatel'nykh rezul'tatov studentov stroitel'nogo vuza sredstvami komp'yutatsionnoy pedagogiki [Forecasting construction engineering students' learning outcomes by means of computational pedagogys]. *Integratsiya obrazovaniya*. Vol. 24. No. 3, pp. 483-500. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.100.024.202003.483-500>.