



Технология прогнозирования образовательных результатов студентов строительного вуза средствами компьютерной педагогики

Ю. А. Ташкинов

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, Украина,
j.a.tashkinov@gmail.com

Введение. Важную роль в профессиональной подготовке (в том числе и для будущих инженеров-строителей) играет прогнозирование достигаемых образовательных результатов. Актуальность статьи обусловлена отсутствием единого подхода к планированию сформированности основных профессиональных компетенций у студентов инженерно-строительного вуза. Целью исследования является создание технологии педагогического прогнозирования формирования профессиональных компетенций будущих инженеров-строителей в ходе обучения с использованием методик компьютерной педагогики и технологий педагогической аналитики.

Материалы и методы. Исследование проводилось на основе результатов анализа литературы по созданию социальных и педагогических прогнозов компьютерными методами, с последующим построением «профилей компетенций». Для изучения проблемы собрана эмпирическая информация о результатах сдачи экзаменов, зачетов обучающимися по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (102 чел.). Данные представлены в формате трехмерного OLAP-куба.

Результаты исследования. Автором создана поэтапная технология количественного прогнозирования сформированности общепрофессиональных, профессиональных и универсальных компетенций будущих инженеров-строителей в соответствии с образовательным стандартом. Построен профиль компетенций студента строительного вуза. Разработан «Калькулятор компетенций будущего инженера-строителя». Выявлено оптимальное время разработки прогноза.

Обсуждение и заключение. Результаты исследования открывают новое теоретическое направление в изучении влияния различных факторов на итоги педагогического прогнозирования.

Ключевые слова: образовательная аналитика, педагогическое прогнозирование, будущий инженер-строитель, образовательный результат, компьютерная педагогика, компетентностный подход, педагогическая диагностика, цифровые гуманитарные науки

Для цитирования: Ташкинов, Ю. А. Технология прогнозирования образовательных результатов студентов строительного вуза средствами компьютерной педагогики / Ю. А. Ташкинов. – DOI 10.15507/1991-9468.100.024.202003.483-500 // Интеграция образования. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 483–500.

© Ташкинов Ю. А., 2020



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Forecasting Construction Engineering Students' Learning Outcomes by Means of Computational Pedagogys

Ju. A. Tashkinov

*Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture,
Makeyevka, Ukraine,
j.a.tashkinov@gmail.com*

Introduction. The prediction of learning outcomes plays an important role in professional training of the future civil engineers. The relevance of the article lies in the lack of a unified approach to predicting the formation of basic professional competencies among students of civil engineering universities. The purpose of the article is to describe the creation of a technology for predicting the formation of professional competencies of future civil engineers using modern computer technologies.

Materials and Methods. The study was carried out on the basis of the results of the analysis of publications on the creation of social and pedagogical forecasts by computer methods, followed by the construction of "competence-based profiles". To study the problem, empirical information from the results of passed examinations, tests performed by students of the academic programme 03/08/01 "Construction engineering" (102 students) was analysed. The data were presented in a 3D OLAP cube format.

Results. As a result of the research, the author has created a step-by-step technology for quantitative forecasting of the formation of general professional, professional and universal competencies of future civil engineers, in accordance with the educational standard. A competence-based profile of a student enrolled with the construction engineering university has been built. Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture served as experimental facility. The analytical tool "Competence calculator of a future civil engineer" was developed. The optimal time for forecast development was revealed: making a forecast at the early stages of training while maintaining sufficient accuracy.

Discussion and Conclusion. The results of the study open a new theoretical direction in the study of the influence of various factors on the results of pedagogical forecasting: identifying the dynamics of achieving each of the educational results in each of the academic semesters; study of factors and indicators of the forecast background.

Keywords: educational analytics, pedagogical forecasting, future civil engineer, educational result, computer pedagogy, competence approach, pedagogical diagnostics, digital humanities

For citation: Tashkinov Ju.A. Forecasting Construction Engineering Students' Learning Outcomes by Means of Computational Pedagogys. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2020; 24(3):483-500. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.100.024.202003.483-500>

Введение

Возможность предвидеть педагогические явления, процессы и объекты и эффективно воздействовать на них со стороны образовательных систем и самих обучаемых и их педагогов на образовательную систему стала одной из важнейших проблем дидактики XXI в., в период роста влияния цифровых технологий на все сферы человеческой деятельности. Ведется поиск перечня факторов (показателей и критериев их оценки), влияющих на достигаемые студентами образовательные результаты. Профессиональная подготовка специалистов строительной отрасли не стала исключением: высококвалифицированные инженеры-строители

востребованы, что связано с необходимостью модернизации строительной инфраструктуры, но в этой отрасли во многих странах наблюдается «кадровый голод», несмотря на то, что уровень зарплат у них, как правило, выше среднего по региону. Некоторые молодые люди не планируют работать по специальности, а обучаются на строительных направлениях подготовки (СНП), ставя перед собой не имеющие отношения к инженерной деятельности задачи: отсрочка от армии, получение стипендии, возможность проживания в крупном городе в недорогом студенческом общежитии, общение со сверстниками и участие в культурно-массовых мероприятиях, получение диплома, не обязательно

подкрепленного реальными знаниями. Некоторые абитуриенты выбрали строительный вуз по совету родственников и друзей, не имея предрасположенности к такому виду работы. Так, ежегодный набор студентов СНП не приводит к массовому росту количества высококвалифицированных кадров в строительной отрасли. В странах Западной Европы и США уже более 20 лет пытаются найти способы оперативного устранения подобных негативных тенденций, применяя идеи искусственного интеллекта и другие современные компьютерные технологии. Накопленную эмпирическую информацию зарубежные коллеги обрабатывают с помощью компьютерной технологии Educational Data Mining (EDM, образовательная аналитика). На данный момент лидером в применении подобных технологий является Китай. В сообществе российских педагогов-исследователей идеи компьютерной педагогики (применяющей для выявления различных закономерностей дидактического процесса компьютерные технологии, математические и статистические модели) считаются новаторскими, а иногда воспринимаются консервативными коллегами «в штаны». Это связано с исторически сложившимся разделением научного сообщества на «гуманитариев» и «технарей»: педагоги испытывают трудности при использовании математического аппарата в своих исследованиях, а опытные программисты предпочитают посвящать время более перспективным направлениям работы. Data Scientist (эксперт-аналитик) в Москве (по состоянию на июнь 2019 г.) в зависимости от опыта работы может зарабатывать около 300 тыс. руб.¹, а ученые в области педагогических наук получают намного меньше. Ч. Сноу поднял эту проблему в Кембридже еще в 1959 г., и с тех пор в мировой науке появилось множество работ по цифровым гуманитарным наукам (Digital Humanities). Сравнивая отечественные статьи в разделе «Народное

образование. Педагогика» и зарубежные в разделе «Education», заметили значительную разницу в количестве сложных математических расчетов: коллеги из стран постсоветского пространства часто ограничиваются построением диаграмм, отражающих результаты экспериментальной выборки и группы сравнения, а вот иностранные ученые применяют кластерный анализ, нейронные сети, генетические алгоритмы и другие современные подходы, которые у нас можно встретить только в журналах по техническим и математическим наукам, но не в сообществе педагогов. Отметим также влияние языкового барьера: далеко не все ученые владеют английским языком на академическом уровне. Увеличение финансирования дидактических исследований могло бы способствовать пропорциональному росту количества разработок в отрасли Educational Data Mining в России, но мы считаем, что на данный момент в первую очередь необходимо наличие понятных для людей, не разбирающихся в компьютерных технологиях на уровне экспертов, доступных инструкций, позволяющих оперативно диагностировать и прогнозировать образовательные результаты в инженерно-строительном вузе. В настоящей работе мы представим только основные этапы разработанной технологии, а с их детализацией читатель сможет ознакомиться в других наших публикациях [1–5].

Цель статьи – описание создания технологии прогнозирования формирования профессиональных компетенций будущих инженеров-строителей с использованием современных компьютерных технологий.

Обзор литературы

Наиболее полный обзор возможностей компьютерной педагогики для прогнозирования и диагностики в дидактике представлен в работах М. Г. Коляды и Т. И. Бугаевой [6], послуживших методологической и методической основой

¹ По результатам исследования рынка аналитиков агентства New.HR, информация взята на сайте: <https://habr.com/ru/company/netologyru/blog/454320>.



нашего исследования. Теорию прогнозирования как явление рассматривают И. В. Бестужев-Лада, А. В. Брушлинский, Д. Гилберт, В. М. Сафронова, Г. Страка, Ф. Тетлок и др. Родоначальником педагогического прогнозирования является Э. Г. Костяшкин. Данной проблеме посвящены работы А. Адебанжо, Дж. Андерсона, А. В. Андриевского, Г. Дикса [7], А. И. Карманчикова, А. Ф. Матушак, Л. Е. Никитиной, А. Ф. Присяжной, Л. А. Регуш, А. В. Рождественского, Т. С. Шеховцевой и др. Вопросы прогнозирования в профессиональном образовании изучают С. М. Маркова, С. А. Циплакова, К. П. Седых, А. В. Хижная, О. Н. Филатова [8]. Мы же под педагогическим прогнозированием, вслед за Б. С. Гершунским², будем понимать научное исследование получения упреждающих данных о перспективах формирования профессиональных компетенций студентов инженерно-строительного вуза с целью принятия оптимальных управленческих решений администрацией архитектурно-строительного вуза.

Термин «педагогическое прогнозирование» в зарубежной литературе чаще всего описывается авторами с постсоветского пространства, а большинство написанных работ – на русском языке. Иностранные ученые чаще всего рассматривают его как часть социального либо экономического прогнозирования [9; 10]. По мнению авторов статьи, педагогическая наука имеет особенности объекта прогнозирования, хотя социальное прогнозирование, действительно, более широкое понятие, но не учитывает специфику дидактики. Педагоги должны не только уметь составлять эффективный прогноз, но и применять экстренные меры по устранению недостатков в воспитательной и образовательной работе. Некоторые отечественные авторы рассматривают педагогическое прогнозирование без применения современных вычислительных и компьютерных методов,

что является недопустимым, с нашей точки зрения, в век информационных технологий и «больших данных» (Big Data – объемы информации, которые невозможно упорядочить без специальной компьютерной обработки). В целом проблема педагогического прогнозирования актуальна и в ней имеется ряд не до конца исследованных вопросов, например, существует не так много технологий прогнозирования в дидактике.

Авторы статьи не согласны с мнением О. Н. Васильевой, считающей, что нужно вернуться «к знаниевой парадигме образования, когда критерием ранжирования выпускника при распределении на работу по окончании вуза был средний арифметический балл диплома как объективный образовательный результат» [11]. Competence-based education (как принято его называть в зарубежной литературе) начало формироваться в 1960 гг. в США и на данный момент является основным подходом во всех вузах, которые готовят специалистов по Болонской системе. Подробный обзор международного современного состояния развития компетентностного подхода дан Д. К. Нямаи, М. Мугамби и Р. Имондже [12]. Достаточно полный анализ неизученных в рамках компетентностного подхода вопросов и проблем представляет А. Безуйденхоут [13]. М. Элли рассматривает определение «профиль компетенций» без проведения математических расчетов, что не отражает в полной мере этого понятия [14]. Однако методы прогнозирования компетенций студентов строительного вуза рассмотрены недостаточно даже в иностранной литературе: чаще всего объектом является только диагностика.

Ряд авторов посвятили работы вычислительным методам в педагогике Digital Humanities и Educational Data Mining: Р. С. Дж. Д. Бейкер, П. С. Инвентадо [15], А. Датт, Т. Хераван, М. А. Исмаил [16], К. Ромеро, С. Вентура [17] Д. Трейси, Э. Ф. М. Хой-

² Гершунский Б. С. Образовательно-педагогическая прогностика: теория, методология, практика. М.: Флинта: Наука, 2003. 768 с.

ем [18], К. Крейц [19], М. Г. Коляда, Т. И. Бугаева, Р. В. Майер. Большинство иностранных работ можно отнести к разделу Data Science, т. е. авторы придерживаются механистического подхода, обрабатывая накопленную в процессе прохождения дистанционных курсов log-файлов³, не придавая большой роли педагогической интерпретации «раскопанной» информации, что неприменимо к результатам обучения в классическом вузе. Компетенции инженеров-строителей с использованием образовательной аналитики пока не изучались.

Особенности профессиональной подготовки и психологии инженеров-строителей рассматриваются в публикациях А. М. Адаменко, В. В. Костыгиной, М. К. Тутушкиной, Т. И. Шевцовой, Е. С. Шелеповой и др. Большинство русскоязычных работ применяют классические педагогические методы и подходы. В зарубежных исследованиях часто поднимаются вопросы улучшения качества образования инженеров-строителей [20]. Например, Е. Редондо, Д. Фонсека, А. Санчес, А. Наварро предлагают применять современные технологии для улучшения качества подготовки инженеров-строителей [21]. Наиболее полный современный систематический обзор подготовки инженеров-строителей представили П.-Х. Диао и Н.-Дж. Ших [22], в котором уделили особое внимание проблеме при-

менения современных компьютерных технологий в рамках деятельностного подхода при подготовке студентов-строителей.

Несмотря на многочисленность публикаций по данной проблематике, организационно-методические вопросы разработки количественных прогнозов рассмотрены недостаточно. В настоящей работе автор впервые представляет поэтапную технологию вычисления и прогнозирования сформированности образовательных результатов (в рамках компетентностного подхода) студентов строительного вуза.

Материалы и методы

Трактуя термин «образовательные результаты», мы будем использовать точку зрения компетентностного подхода, рассматривающего в качестве главного результата обучения сформированность у выпускника совокупности компетенций, расширяющего практическую составляющую обучения.

Под технологией прогнозирования будем понимать совокупность этапов и операций, последовательное выполнение которых позволит получать верную упреждающую информацию об изучаемом объекте. За основу взята технология педагогического прогнозирования, предложенная М. Г. Колядой⁴. Была разработана технология педагогического прогнозирования (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Технология прогнозирования образовательных результатов студентов-строителей

Table 1. Learning outcomes prediction technology

Этап / Step	Метод компьютерной педагогики / Methods of computational pedagogy	Время применения / Application time
1	2	3
I. Стадия ретроспекции / Retrospection stage		
1 Определение целей и задач педагогического прогнозирования / Determining the goals and objectives of pedagogical forecasting	Интернет-аналитика, контент-анализ / Web Mining, Text Mining	До начала учебного процесса / Before the start of the educational process

³ Journal of Educational Data Mining.

⁴ Коляда М. Г., Бугаева Т. И. Педагогическое прогнозирование: теоретико-методологический аспект. Донецк: Ноулидж, 2014. 268 с.



1	2	3
2 Предпрогнозная ориентация. Отслеживание результатов подготовительной информации / Prediction orientation; tracking results of preparatory information	Неформализованные методы, кластеризация, визуальная аналитика («лица Чернова») / Informal methods, clustering, Visual Mining (“Chernov’s faces”)	После вступительной кампании / After the entrance campaign
3 Предварительная систематизация собранной информации об учебном процессе в строительном вузе / Preliminary systematization of the collected information about the educational process in a building university	Организационная аналитика, карты будущего и SWOT-анализ / Organizational EDM; future maps and SWOT analysis	После 1-й сессии / After 1 st examination session
4 Разработка предварительной программы исследования / Developing a preliminary research program	Неформализованные методы / Informal methods	По завершении 1-го года обучения / Upon completion of 1 st year of study
II. Стадия постановки диагноза / Diagnostic Stage		
1 Составление предварительного перечня показателей модели по данным из различных источников / Compiling a preliminary list of model indicators based on data from various sources	Неформализованные методы, «логический квадрат компетенций будущего инженера-строителя», «профиль компетенций», описательный анализ, классификация, визуальная аналитика, системы нечеткой логики / Informal methods, “The logical square of the competencies of the future Civil Engineer”, “Competency profile”; descriptive analysis, classification, The Visual Mining; fuzzy logic systems	2 курс / 2 nd year of study
2 Сбор данных прогнозного фона (экономический, социологический, социально-культурный, политический и международный, правовой, педагогический, демографический, природный, философский, научно-технический, организационный) / Collecting forecast background data (economical, sociological, socio-cultural, political and international, legal, pedagogical, demographic, natural, philosophical, scientific and technical, organizational)	Постулирование с использованием литературных источников, системный анализ, образовательная аналитика в реальном времени, визуальная аналитика, факторный анализ, «профиль прогнозного фона» / Postulating using literary sources, system analysis, Real-Time EDM, The Visual the DM, factor analysis, “Forecast background profile”	
3 Сведение предварительного перечня показателей к виду, который поможет представить наилучший вид педагогического прогноза / Information of the preliminary list of indicators to the type that will help to present the best type of pedagogical forecast	Аналитика в реальном времени: визуальная и многомерная, индивидуальный профиль компетенций инженеров-строителей / Real-Time EDM, Visual DM, OLAP, individual Civil Engineer’s competency profile	
4 Анализ диагностической информации / Diagnostic information analysis	Аналитика в реальном времени: визуальная и многомерная, динамический индивидуальный профиль компетенций инженеров-строителей / Real-Time EDM; Visual DM, OLAP, dynamic Civil Engineer’s competency profile	После 2 курса / After 2 nd year of study



Окончание табл. 1 / End of table 1

1	2	3
5 Построение базовой модели образовательных результатов будущих инженеров-строителей и отбор подходящий методов прогнозирования, доработка базовой модели / Building a basic students educational results model and selecting suitable forecasting methods; refinement of the base model	Множественная регрессия, создание системы уравнений / Multiple regression, creating a system of equations	До зимней сессии на 3 курсе / Before the winter examination session in 3 rd year of study
III. Стадия проспекции / Prospection Stage		
1 Построение динамических рядов прогнозирования по каждому показателю базовой модели / Building dynamic series of forecasting for each indicator of the base model	Построение временных рядов, аналитика в реальном времени: визуальная и многомерная / Construction of time series, Real - Time EDM, OLAP, Visual EDM	До начала 4 курса / Before the start of 4 th year of study
2 Определение абсолютного оптимума с условным абстрагированием от ограничения прогнозного фона / Determining the absolute optimum with conditional abstraction from the limitation of the forecast background	Решение системы прогнозных уравнений / solution of the system of predictive equations	До зимней сессии на 4 курсе / before the winter session in 4 th year of study
3 Верификация педагогического прогноза и экспертиза / Verification of pedagogical forecast and examination	Дихотомия (в том числе многомерная), экспертные оценки, статистические методы, визуальная аналитика / Dichotomy (including multidimensional), expert opinions, statistical methods, Visual EDM	После окончания бакалавриата / After graduation of a Bachelor degree programme
4 Корректировка базовой модели прогнозирования / Adjustments to the core forecasting model	Нейронные сети, образовательная аналитика / Neural networks, EDM	
5 Разработка рекомендаций / Development of recommendations	Неформализованные методы / Informal methods	

Результаты исследования

Для проверки эффективности созданной технологии была собрана экспериментальная информация об экзаменационных баллах, результатах прохождения практики и изучения дисциплин, оцени-

вающиеся зачетом (всего 77 различных дисциплин и практик). Приняли участие 102 студента, обучающиеся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», фрагмент исходных данных представлен в таблице 2.

Таблица 2. Рейтинговые баллы будущих инженеров-строителей по некоторым дисциплинам

Table 2. Rating estimates (ranking points) of future construction engineers in a number of disciplines (fragment)

№	ФИО / Full name	Дисциплина / Academic disciplines						
		Практика / Curricular practical training	Инженерная геология / Engineering geology	Основы гидравлики и теплотехники / Fundamentals of hydraulics and heat engineering	Теоретическая механика / Theoretical mechanics	...	Металловедение и сварка / Metallurgy and Welding	Основы архитектуры и строительных конструкций / Fundamentals of architecture and building structures
1	Коченков А. К.	75 / C	65 / D	75 / C	75 / C	...	75 / C	75 / C
2	Кравцов А. И.	90 / A	60 / E	70 / D	60 / E	...	60 / E	75 / C
...
102	Кугушев И. А.	75 / C	60 / E	75 / C	75 / C	...	75 / C	75 / C



В рамках регламентированного объема статьи мы не сможем описать все этапы прогнозирования, поэтому продемонстрируем только фрагмент проведенных операций, представленных числовыми величинами.

Прежде всего была собрана информация о прогнозном фоне (совокупности внешних факторов) по результатам опросов преподавателей, студентов и экспертов в строительной сфере. Он включил в себя следующие элементы:

1. Экономический:

- возможность трудоустройства (наличие рабочих мест с достойной заработной платой и условиями труда);
- количество бюджетных мест (в том числе в других вузах);
- экономическая ситуация: необходимость искать подработку в неучебное время.

2. Социологический:

- возможность трудоустройства молодых специалистов в строительной отрасли;
- социальная защищенность студентов, преподавателей и молодых специалистов; уровень профсоюзов.

3. Социально-культурный:

- популярность работы в строительной отрасли;
- мнение родителей, родственников, друзей;
- студенческий коллектив;
- социальное окружение;
- достижения одноклассников, конкуренция: чем сильнее студенты академической группы, тем выше мотивация к собственным достижениям;
- мотивация;
- общий уровень культуры населения.

4. Политический и международный:

- поддержка государством популярности строительной отрасли и трудоустройство молодых специалистов;
- уровень государства на мировом рынке строительства;
- международное сотрудничество со строительными корпорациями;
- ведение боевых действий;
- степень свободы преподавателя по выбору методик;
- степень свободы инженера в выборе технических средств.

5. Правовой:

- государственный заказ на обучение инженеров-строителей;
- взаимодействие между предприятиями и вузами;
- бюрократия, степень свободы эксперта, составляющего прогноз; степень влияния работодателей и руководства вуза на результаты прогноза.

6. Педагогический:

- предрасположенность к инженерной деятельности и математике;
- умение самостоятельно обучаться;
- модель поведения преподавателя, психологическая обстановка на занятиях;
- применение новых эффективных педагогических и информационных технологий;
- качество учебных программ, стандартов (образовательных и профессиональных), методического обеспечения: условно принимаем минимальным, поскольку преподаватели ограничены ФГОС;
- уровень квалификации преподавателей.

7. Демографический:

- количество выпускников школ;
- наличие кадров предпенсионного и пенсионного возраста в строительной сфере;
- возрастной состав преподавателей вуза.

8. Природный:

- природные ритмы, график, санитарно-гигиенические условия;
- природные катастрофы;
- тип местности (грунты, погодные условия);
- состояние здоровья.

9. Философский: пересмотр места в жизни и обществе.

10. Научно-технический:

- материальное обеспечение вуза;
- материально-техническое оснащение строительной отрасли в государстве.

11. Организационный:

- условия проживания в общежитии: студенту необходимо тратить время на приготовление пищи и на самообслуживание;
- транспорт: значительное количество времени занимают поездки домой и к месту учебы;

– волонтерская, культурная, профсоюзная и спортивная деятельность, увлечения: с одной стороны, студент тратит много времени на занятия, не связанные с обучением, с другой – увлечения играют роль психологической разгрузки;
 – профориентационная работа среди молодежи;
 – опыт эксперта, составляющего прогноз.

Подробнее проблема учета влияния внешних факторов на результаты прогнозирования будет рассмотрена в одной из последующих статей.

Сложность учета прогнозного фона состоит в том, что большинство его показателей не поддаются количественному описанию. При написании работы мы руководствовались важнейшим педагогическим принципом гуманизма, поэтому считаем недопустимым использование некоторой конфиденциальной информации о студентах (например, наличие инвалидности или отсутствие родителей) даже в зашифрованном виде, с измененными именами и фамилиями. Поэтому в рамках исследования нами использовались формализованные значения прогнозного фона.

Также были проанализированы государственные образовательные стандарты⁵, реализуемые ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства

и архитектуры» в ходе обучения студентов. Весовой коэффициент развития каждой единичной компетенции рассчитывали по формуле [2; 13]:

$$K_{\text{компетенции}} = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} a_j \times V_j}{\sum_{j=1}^{j=N} a_j \times V_j}, \quad (1)$$

где $K_{\text{компетенции}}$ – весовой коэффициент единичной компетенции из перечня, предлагаемого ГОС (9 универсальных компетенций (УК), 9 общепрофессиональных (ОПК), 22 профессиональные (ПК)), a_j – количество дисциплин или практик, v_j – количество зачетных единиц по дисциплине или практике, n – количество академических дисциплин, способствующих формированию каждой единичной компетенции, N – перечень изучаемых академических дисциплин.

Расчеты проводили в среде табличного редактора MS Excel, фрагмент представлен на рисунке 1.

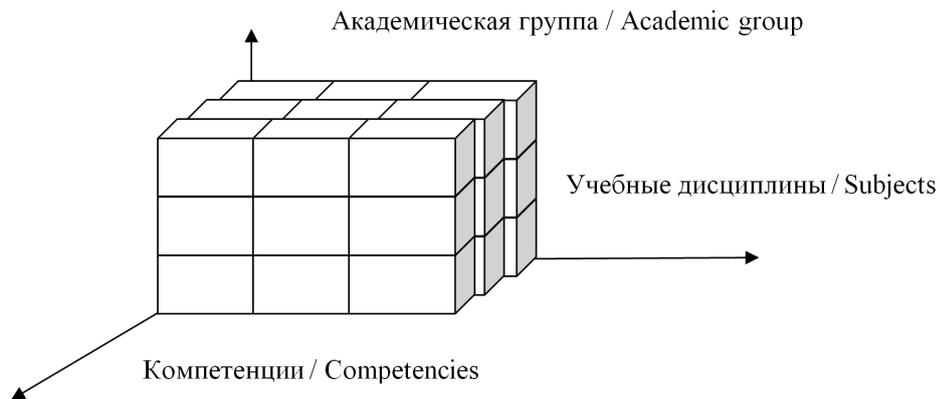
На рисунке 2 продемонстрированы следующие измерения многомерного куба (в программе реализовано 8 измерений, но их невозможно визуализировать все одновременно): «Академическая группа» (мера – список студентов, содержит информацию о 102 студентах, учащихся направления

	C	D	W	X	Y	BK	BL	BM	CG	CZ	DA	DB	EO	EP	EQ
	Дисциплина / subject	ЗЕТ/ credits of labor input	ПК-1 / PC-1	ПК-2 / PC-2	ПК-3 / PC-3	ПК-1 / PC-1	ПК-2 / PC-2	ПК-3 / PC-3	Сумма / Amount	ПК-1 / PC-1	ПК-2 / PC-2	ПК-3 / PC-3	ПК-1 / PC-1	ПК-2 / PC-2	ПК-3 / PC-3
1															
20	Основы гидравлики и теплотехники / The basics of hydraulics and heat engineering	5		1	1	0	5	5	15	0,0000	0,2597	0,1623	0,0000	0,0694	0,1111
33	Строительные материалы / Construction Materials	6	1		1	6	0	6	48	0,2857	0,0000	0,1948	0,0909	0,0000	0,1333
34	Технология металлов и сварка / Metal Technology and Welding	2	1	1	1	2	2	2	16	0,0952	0,1039	0,0649	0,0303	0,0278	0,0444
79	Вес компетенции / Competency weight		0,045	0,054	0,034	0,048	0,052	0,032	1						

Р и с. 1. Пример расчета весовых коэффициентов единичных компетенций в среде MS Excel

F i g. 1. Example of calculation of unit competence weights in MS Excel

⁵ ГОС ВПО 08.03.01 Строительство. 2015 г. URL: http://donnasa.ru/docs/obrazovatelnye_standarty/080301_Stroitelstvo.pdf и 2016 г. URL: http://donnasa.ru/docs/obrazovatelnye_standarty/standart_08.03.01_stroitelstvo_bak.pdf



Р и с. 2. Многомерная таблица, предназначенная для вычисления динамики достижения образовательных результатов студентов инженерно-строительного вуза⁶

F i g. 2. OLAP-cube “Learning outcomes of future construction engineering students”

подготовки 08.03.01. Строительство), «Учебные дисциплины» (мера: оценка за экзамен, прохождение практики, курсовой проект либо отметка «зачтено» – 77 различных вариантов), «Компетенции» (в соответствии с государственным образовательным стандартом).

Для расчета индивидуального профиля компетенций студента, воспользовались формулой:

$$C_i = \sum_{j=1}^{j=n} K_j \times E_j, \quad (2)$$

где C_j – уровень развития индивидуальной компетенции студента из перечня, K_j – весовой коэффициент индивидуаль-

ной компетенции, E_j – оценка студента за экзамен, зачет или результат прохождения практики.

Далее был применен динамический подход (Real-Time Data Mining [4]): поочередно подставляя результаты сдачи экзаменов по завершении учебных семестров и вычисляя погрешность каждого последующего прогнозирования. Для прогнозирования применена функция MS Excel ПРЕДСКАЗ, вычисляющая простую линейную регрессию. MS Excel позволяет проводить регрессионный анализ в автоматическом режиме, поэтому в рамках статьи математические выкладки представлять не будем. Фрагмент таблицы с расчетами представлен на рисунке 3.

LD92		fx =ЕСЛИ(LE\$106>75;"2семестр";ЕСЛИ(LF\$106>75;"3семестр";ЕСЛИ(LG\$106>75;"4семестр";"5семестр"))																
	A	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LF	LG	LH	LJ	LK	LL	AAL	AAM
1	сред	0,0	0,0	13,7	26,5	40,9	55,2	65,2	68,5		Погрешность			Прогноз				
2	Компетенция	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1	ПК-1		
3		янв.16	июл.16	янв.17	июл.17	янв.18	июл.18	янв.19	июл.19	комментарий	3 семестра	4 семестра	5 семестров	3 семестра	4 семестр	5 семестр		
92	Коченков А.К.	0,0	0,0	15,0	27,5	42,5	55,7	65,7	69,0	3 семестр	7,88%	3,71%	3,10%	74,78	71,66	71,22		
93	Кравцов А.И.	0,0	0,0	13,8	25,6	40,6	55,4	65,4	68,7	3 семестр	0,24%	3,18%	1,71%	68,55	66,53	67,53		
96	Кугушев И.А.	0,0	0,0	13,8	26,3	41,3	54,6	64,6	67,9	3 семестр	0,91%	0,14%	1,22%	68,55	68,01	68,77		
106											77	92	94					

Р и с. 3. Фрагмент таблицы «Расчет оптимального времени прогнозирования компетентности студентов строительных направлений подготовки» в среде MS Excel

⁶ Ташкинов Ю. А. Моделирование образовательных результатов будущих инженеров-строителей с использованием технологии многомерной аналитики в MS Excel // Научная сокровищница образования Донетчины. 2019. № 2. С. 33–38.

	A	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LF	LG	LH	LJ	LK	LL
1	average	0,0	0,0	13,7	26,5	40,9	55,2	65,2	68,5		error			forecast		
2	Competence	GC-1	GC-1	GC-1	GC-1	GC-1	GC-1	GC-1								
3		Jan.16	Jul.16	Jan.17	Jul.17	Jan.18	Jul.18	Jan.19	Jul.19	comment	3 semester	4 semester	5 semester	6 semester	7 semester	8 semester
92	Kochenkov A.K.	0,0	0,0	15,0	27,5	42,5	55,7	65,7	69,0	3semester	7,88%	3,71%	3,10%	74,78	71,66	71,22
93	Kravtsov A.I.	0,0	0,0	13,8	25,6	40,6	55,4	65,4	68,7	3semester	0,24%	3,18%	1,71%	68,55	66,53	67,53
96	Kugushev I.A.	0,0	0,0	13,8	26,3	41,3	54,6	64,6	67,9	3semester	0,91%	0,14%	1,22%	68,55	68,01	68,77
info											77	97	94			

Fig. 3. Fragment of the table “Calculation of the optimal time for predicting the competence of students enrolled in construction engineering programmes” in MS Excel

В этой таблице прогноз, составленный на момент окончания третьего академического семестра (ячейка LJ92), вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned}
 LJ92 &= \text{ПРЕДСКАЗ}(LC\$1; \\
 &KV92:KX92;KV\$1:KX\$1) \\
 LJ92 &= \text{FORECAST}(LC\$1; \\
 &KV92:KX92;KV\$1:KX\$1),
 \end{aligned} \quad (3)$$

где LC\$1 – уровень развития единичной компетенции будущего инженера-строителя из перечня, представленного в ФГОС; KV92:KX92 – уровень компетентности студента Коченкова (при изменении цифрового ряда в формуле меняется порядковый номер студента из списка), рассчитанный исходя из экспериментальных данных, по состоянию на конец первого, второго и третьего академических семестров соответственно; KV\$1:KX\$1 – уровень компетентности студента строительного вуза из усредненной модели по состоянию на конец первого, второго и третьего академических семестров соответственно, рассчитанный по формуле:

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} C_i, \quad (4)$$

где \bar{C} – средний уровень сформированности компетенций у студентов инженерно-строительного вуза; C_i – уровень сформированности каждой компетенции из ГОСа; N – общее число формируемых компетенций ($N = 40$).

Подобным образом был проведен расчет (см. рис. 3) для четвертого и пятого академических семестров (столбцы LK; LL). Для некоторых компетенций, не представленных на фрагментах таблиц, потребовалось провести прогнозы позже, включая седьмой семестр, поскольку на ранних стадиях отдельные единичные компетенции не поддавались прогнозированию.

Перед нами стояла задача получить не только как можно более точный прогноз сформированности образовательных результатов будущих инженеров-строителей, но в первую очередь сделать данный прогноз как можно раньше. Количественно точность (качество измерений, выражаемое в соответствии рассчитанных значений истинным) можно измерить по величине относительной погрешности⁷. В качестве критерия точности прогноза выбрана погрешность измерения, рассчитанная по формуле (для 3 семестра – см. ячейку LF92, рис. 3):

$$\begin{aligned}
 LF92 &= \text{ДОВЕРИТ}(0,05; \\
 &\text{СТАНДОТКЛОН}(LJ92;LC92;2)/ \\
 &\text{СРЗНАЧ}(LC92;LJ92) \\
 LF92 &= \text{CONFIDENCE}(0,05; \\
 &\text{STDEV}(LJ92;LC92;2)/\text{AVERAGE}(LC92;LJ92),
 \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\text{СТАНДОТКЛОН} = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \quad (6)$$

$$\text{ДОВЕРИТ} = \bar{x} \pm 1.96 * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right). \quad (7)$$

⁷ Горленко О. А., Борбаць Н. М. Статистические методы в управлении качеством. Учебник и практикум. М.: Юрайт, 2020. 306 с.



Для вычисления погрешности с доверительным интервалом 95 % применена формула:

$$\Delta = \frac{1.96 * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)}{\bar{x}} * 100\% . \quad (8)$$

Ф. Тетлок и Д. Гарднер⁸ в качестве показателя того, что событие, вероятно, произойдет, выбрал величину 75 % (для нашей выборки это можно интерпретировать, как прогнозов высокой точности).

$$75\% * 102 \text{ измерения} = 77. \quad (9)$$

Е. О. Кравец⁹ в качестве показателя высокой точности берет значение погрешности 5 %. В качестве критерия отбора семестра, на котором следует проводить прогнозирование, применили ситуацию, при которой погрешность расчета составляет не более 5 % для не менее чем 77 из 102 измерений как можно на более раннем этапе прогнозирования:

$$LD92 = \text{ЕСЛИ}(LE\$106 > 77; "2семестр"; \\ \text{ЕСЛИ}(LF\$106 > 77; \dots "3семестр"; \\ \text{ЕСЛИ}(LG\$106 > 77; "4семестр"; \\ "5семестр")) \quad (10)$$

$$LD92 = \text{IF}(LE\$106 > 77; "2semester"; \\ \text{IF}(LF\$106 > 77; \dots "3semester"; \\ \text{IF}(LG\$106 > 75; "4semester"; \\ "5semester"))$$

и

$$LF108 = \text{СЧЁТЕСЛИ}(L4:L105; "да") \\ LF108 = \text{COUNTIF}(L4:L105; "yes"). \quad (11)$$

Было рассчитано количество студентов, для которых прогноз выполнялся с точностью до 5 %.

Ошибки интерпретировали следующим образом: менее 5 % – высокая точность прогноза; 5–10 – хорошая точность;

10–20 – удовлетворительная точность; более 20 % – неудовлетворительный результат.

Все результаты составленного нами прогноза можно характеризовать как «удовлетворительные», а более 80 % расчетов – «прогнозы высокой точности», т. е. даже без учета прогнозного фона разработанная нами технология является достаточно эффективной и вместе с тем гуманистической. Результаты верификации прогноза по формуле (5) представлены на рисунке 4.

В ряде случаев погрешность выше 10 % (удовлетворительная точность). Заметим, что целью было составление прогноза как можно раньше, иногда до завершения студентом второго курса. При составлении прогнозов на более поздних сроках погрешность значительно понижается. Реальные и прогнозные профили средних значений компетенций представлены в виде лепестковой диаграммы (рис. 5).

Так, предсказанные минимальные значения развития единичных компетенций практически всегда меньше, чем реальные, причем различия незначительны. Поэтому реальные значения будут не ниже полученных в результате составления прогноза.

«Побочным» результатом стала разработка «Калькулятора компетенций будущего инженера-строителя» (на рисунке 6 представлен результат работы этой программы).

Данная аналитическая панель обладает мощным прогностическим потенциалом. Можно увидеть место в академическом рейтинге, что позволит поощрить самых талантливых студентов, используя объективную свежую информацию, а обучающиеся с низким рейтингом могут попытаться повысить успеваемость. В правой части аналитической панели (рис. 6, «Факт/целевое значение») представлена диаграмма развития компетенций, где штриховая линия

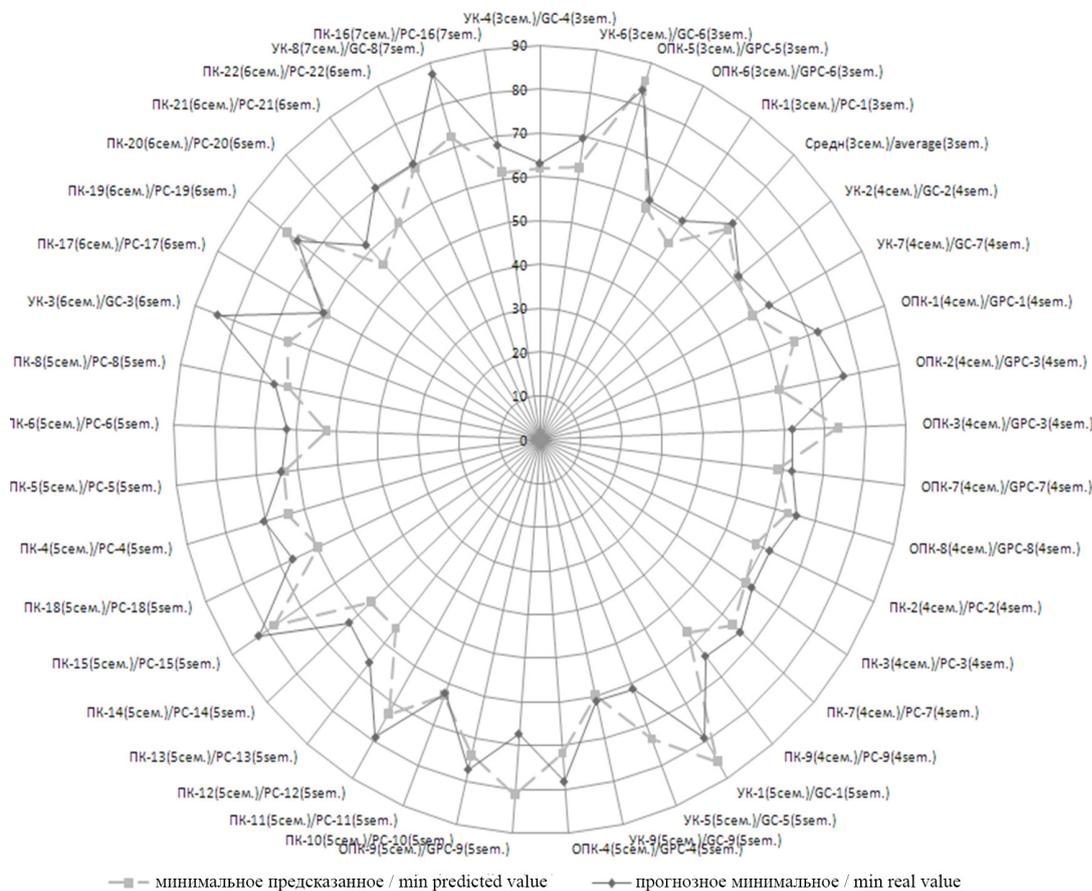
⁸ Tetlock P. E., Gardner D. Superforecasting: the Art and Science of Prediction. New York: Crown Publishers, 2015. 241 p.

⁹ Кравец Е. О. Прогнозирование. Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2017. с. 71.

	B	U	AF	AJ	AQ
1	ФИО / Full name	ПК-1 / PC-1	ПК-2 / PC-2	ПК-3 / PC-3	Среднее / mean
92	Кравцов А.И.	0,24%	1,92%	5,23%	0,41%
93	Кресанов Г.Г.	0,41%	0,56%	4,95%	1,53%
96	Кудашов В.И.	2,56%	0,58%	3,03%	0,15%
105	Среднее значени / mean	3,55%	3,11%	4,57%	1,43%

Р и с. 4. Фрагмент таблицы вычисленных погрешностей прогнозов по определению образовательных результатов будущих инженеров-строителей

Fig. 4. Fragment of a table of calculated forecast errors for determining the learning outcomes of future construction engineers



Р и с. 5. Сравнение прогнозируемого среднего профиля компетенций будущего инженера-строителя с реальными значениями

Fig. 5. Comparison of the predicted profile of competences of a future construction engineer with real values

показывает целевое значение – 100 %-й уровень развития каждой единичной компетенции.

Таким образом, реальные образовательные результаты почти всегда ниже прогнозируемых. В связи с этим



Р и с. 6. Интерактивная аналитическая панель «Калькулятор компетенций будущего инженера-строителя»

F i g. 6. Interactive dashboard “Competence calculator of a future construction engineer”

можем считать составленные прогнозы эффективными.

Обсуждение и заключение

В настоящей работе определено минимальное время составления эффективных прогнозов. Уже после зимней сессии на II курсе можно проводить прогнозирование следующих компетенций: УК-4, УК-6, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1 и средний уровень компетентности будущего инженера в строительной отрасли. После летней сессии – предсказать компетенции УК-2, УК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-7, ПК-9. После зимней сессии III курса – УК-1, УК-5, УК-9, ОПК-4, ОПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-18, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-8. По окончании третьего курса – УК-3, ПК-17, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22. Только после зимней сессии на IV курсе можно проводить прогнозирование УК-8, ПК-16. Кроме этого, представленный в рамках статьи подход позволяет определять ведущую компетенцию (по которой у студента наивысшие баллы), а также те дисциплины, которым следует уделить больше внимания, поскольку формируемые на них компетенции развиты недостаточно.

Рассмотренная технология прогнозирования не требует специальных знаний и навыков: достаточно уметь использовать редактор таблиц MS Excel на уровне пользователя.

Результаты работы будут полезны:

- преподавателям инженерно-строительного вуза (а при определенной модификации и педагогам других учебных заведений) для планирования индивидуальных консультаций для «талантливых» и «слабых» студентов;

- кураторам академических групп, заместителям деканов и проректоров по учебной работе для предотвращения возникновения у студентов пробелов в знаниях и планирования гармонического развития специалистов;

- студентам строительных вузов и их будущим работодателям (представителям строительных компаний) для оптимального подбора лучших профессий;

- педагогам-исследователям для развития педагогической прогностики;

- представителям министерств строительства и просвещения для создания стратегий в области профессиональной подготовки будущих инженеров-строителей.

В дальнейшем планируется доработка технологии педагогического прогнозирования образовательных результатов будущих инженеров-строителей, в частности разбитие на воспроизводимые стадии и этапы, проверка возможности применения регрессионного анализа для выделения системы уравнений, которые позволили бы путем простой подстановки экзаменационных баллов вычислять уровень компетентности студента в строительной отрасли на данный момент времени.

СПИСОК
ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ташкинов, Ю. А. Моделирование сформированности прогностической компетенции инженера-строителя с использованием интеллектуальных систем / Ю. А. Ташкинов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2019. – № 1 (135). – С. 59–63. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-1\(135\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-1(135).pdf) (дата обращения: 01.02.2020). – Рез. англ.
2. Шевченко, О. Н. Прогнозирование уровня развития компетенций инженера-строителя в ходе профессиональной подготовки с использованием интеллектуальных систем / О. Н. Шевченко, Ю. А. Ташкинов // Строитель Донбасса. – 2020. – № 1. – С. 31–37. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2020/sd_2020-1\(10\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2020/sd_2020-1(10).pdf) (дата обращения: 01.02.2020).
3. Ташкинов, Ю. А. Прогнозирование среднего балла диплома будущего инженера-строителя методом множественной регрессии / Ю. А. Ташкинов // Вестник Академии гражданской защиты. – 2019. – Вып. 4 (20). – С. 79–84. – URL: [http://agz.dnmchs.ru/static/upload/agz/АКАДЕМУ/ВЕСТНИК%20АГЗ/ВЕСТНИК%204\(20\)2019.pdf](http://agz.dnmchs.ru/static/upload/agz/АКАДЕМУ/ВЕСТНИК%20АГЗ/ВЕСТНИК%204(20)2019.pdf) (дата обращения: 01.02.2020). – Рез. англ.
4. Ташкинов, Ю. А. Педагогическое прогнозирование образовательных результатов будущих инженеров-строителей в реальном времени (русская и англоязычная версии) / Ю. А. Ташкинов. – DOI 10.23888/humJ2020135-45 // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. – 2020. – Т. 8, № 1 (28). – С. 35–45. – URL: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=416> (дата обращения: 01.02.2020). – Рез. англ.
5. Ташкинов, Ю. А. Педагогическое прогнозирование с применением визуального анализа (на примере технологической готовности будущих инженеров-строителей) / Ю. А. Ташкинов, И. В. Демяненко. – DOI 10.26170/ro20-03-20 // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 3. – С. 164–171. – Рез. англ.
6. Реализация идей вычислительной педагогики в выборе форм обучения на основе марковской модели иерархий / М. Г. Коляда, Т. И. Бугаева, Е. Г. Ревякина, С. И. Бельх. – DOI 10.32744/rse.2019.2.31 // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 2 (38). – С. 413–427. – URL: https://rnojournal.files.wordpress.com/2019/04/pdf_190231.pdf (дата обращения: 01.02.2020). – Рез. англ.
7. Dix, G. Microeconomic Forecasting: Constructing Commensurable Futures of Educational Reforms / G. Dix. – DOI 10.1177/0306312719837364 // Social Studies of Science. – 2019. – Vol. 49, issue 2. – Pp. 180–207. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0306312719837364> (дата обращения: 01.02.2020).
8. Forecasting the Development of Professional Education / S. M. Markova, S. A. Tsyplakova, C. P. Sedykh. – DOI 10.1007/978-3-030-32015-7_51 // The 21st Century from the Positions of Modern Science: Intellectual, Digital and Innovative Aspects. ISC 2019. Lecture Notes in Networks and Systems; E. Popkova, B. Sergi (ed.). Springer, Cham. – 2020. – Vol. 91. – Pp. 452–459. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-32015-7_51 (дата обращения: 01.02.2020).
9. Tetlock, P. E. Superforecasting: The Art and Science of Prediction / P. E. Tetlock, D. Gardner. New York : Crown Publishers, 2015. – 241 p. – URL: <https://psycnet.apa.org/record/2015-22864-000> (дата обращения: 01.02.2020).
10. Adamuthe, A. C. Improved Neural Network Tool: Application to Societal Forecasting Problems / A. C. Adamuthe, R. V. Vhatkar. – DOI 10.1007/978-3-030-16962-6_1 // Techno-Societal 2018; P. Pawar, B. Ronge, R. Balasubramaniam, A. Vibhute, S. Apte (ed.). Springer, Cham, 2020. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-16962-6_1 (дата обращения: 01.02.2020).
11. Васильева, Н. О. Оценка образовательных результатов студентов на основе модели компетенций / Н. О. Васильева // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/pdf/2017/6/27188.pdf> (дата обращения: 01.02.2020). – Рез. англ.
12. Nyamai, D. K. Competence-Based Education: New Wine in Old Wine Skins? / D. K. Nyamai, M. Mugambi, R. Imonje // International Journal of Recent Innovations in Academic Research. – 2019. – Vol. 3, issue 4. – Pp. 60–74. – URL: <https://www.ijriar.com/docs/volume3/issue4/IJRIAR-07.pdf> (дата обращения: 01.02.2020).
13. Bezuidenhout, A. Analysing the Importance-Competence Gap of Distance Educators with the Increased Utilisation of Online Learning Strategies in a Developing World Context / A. Bezuidenhout. – DOI 10.19173/irrodl.v19i3.3585 // International Review of Research in Open and Distributed Learning. –



2018. – Vol. 19, issue 3. – Pp. 264–281. – URL: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/3585> (дата обращения: 01.02.2020).

14. Ally, M. Competency Profile of the Digital and Online Teacher in Future Education / M. Ally. – DOI 10.19173/irrodl.v20i2.4206 // *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. – 2019. – Vol. 20, no. 2. – URL: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/4206> (дата обращения: 01.02.2020).

15. Baker, R. S. Educational Data Mining and Learning Analytics / R. S. Baker, P. S. Inventado. – DOI 10.1007/978-1-4614-3305-7_4 // *Learning Analytics*. – 2014. – Pp. 61–75. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4614-3305-7_4 (дата обращения: 01.02.2020).

16. Dutt, A. A Systematic Review on Educational Data Mining / A. Dutt, M. A. Ismail, T. Herawan. – DOI 10.1109/ACCESS.2017.2654247 // *IEEE ACCESS*. – 2017. – Vol. 5. – Pp. 15991–16005. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7820050> (дата обращения: 01.02.2020).

17. Romero, C. Educational Data Mining and Learning Analytics: An Updated Survey / C. Romero, S. Ventura. – DOI 10.1002/widm.1355 // *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*. – 2020. – Vol. 10, issue 3. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/widm.1355> (дата обращения: 01.02.2020).

18. Tracy D. Scaffolding and Play Approaches to Digital Humanities Pedagogy: Assessment and Iteration in Topically-Driven Courses / D. Tracy, E. F. M. Hoiem // *Digital Humanities Quarterly*. – 2017. – Vol. 11, no. 4. – URL: <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/11/4/000358/000358.html> (дата обращения: 01.02.2020).

19. Kreitz, K. Toward a Latinx Digital Humanities Pedagogy: Remixing, Reassembling, and Reimagining the Archive / K. Kreitz. – DOI 10.1080/09523987.2017.1391524 // *Educational Media International*. – 2017. – Vol. 54, issue 4. – Pp. 304–316. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09523987.2017.1391524> (дата обращения: 01.02.2020).

20. Zhou, J. “New Engineering Education” Concept Practice in Civil Engineering Professional / J. Zhou, G. Wang. – DOI 10.1088/1755-1315/267/5/052052 // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – Vol. 267. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/267/5/052052/pdf> (дата обращения: 01.02.2020).

21. Mobile Learning in the Field of Architecture and Building Construction. A Case Study Analysis / E. Redondo, D. Fonseca, A. Sánchez, I. Navarro. – DOI 10.7238/rusc.v11i1.1844 // *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. – 2014. – Vol. 11, no. 1. – Pp. 152–174. – URL: <http://rusc.uoc.edu/rusc/ca/index.php/rusc/article/view/v11n1-redondo-fonseca-sanchez-navarro.html> (дата обращения: 01.02.2020).

22. Diao, P.-H.; Shih, N.-J. Trends and Research Issues of Augmented Reality Studies in Architectural and Civil Engineering Education – A Review of Academic Journal Publications / P.-H. Diao, N.-J. Shih. – DOI 10.3390/app9091840 // *Applied Sciences*. – 2019. – Vol. 9, issue 9. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/9/1840> (дата обращения: 01.02.2020).

23. Experience of Approbation and Introduction of the Model of Management of Students’ Independent Work in the University / O. V. Bogorodskaya, O. V. Golubeva, M. L. Gruzdeva [et al.]. – DOI 10.1007/978-3-319-75383-6_50 // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2018. – Vol. 622. – Pp. 387–397. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-75383-6_50 (дата обращения: 01.02.2020).

24. Makridakis, S. Forecasting in Social Settings: The State of the Art / S. Makridakis, R. J. Hyndman, F. Petropoulos. – DOI 10.1016/j.ijforecast.2019.05.011 // *International Journal of Forecasting*. – 2020. – Vol. 36, issue 1. – Pp. 15–28. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207019301876?via%3Dihub> (дата обращения: 01.02.2020).

Поступила 24.02.2020; принята к публикации 23.06.2020; опубликована онлайн 30.09.2020.

Об авторе:

Ташкинов Юрий Андреевич, ассистент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (286123, Украина, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2), аспирант кафедры инженерной и компьютерной педагогики ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» (283001, Украина, г. Донецк, ул. Университетская, д. 24), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6531-5498>**, **Publons ID: <https://publons.com/researcher/3423089/juriy-andreyevich-tashkinov>**, j.a.tashkinov@gmail.com

Благодарности. Автор выражает признательность за многогранный вклад по подготовке данных материалов научному руководителю кандидатской диссертации, доктору педагогических наук, профессору М. Г. Коляде, за помощь в сборе эмпирической информации, необходимой для проведения исследования, О. Н. Шевченко, за методологическую подготовку – А. С. Алемасовой, а также анонимным рецензентам за конструктивную критику.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Tashkinov Ju.A. Modeling the Formation of the Prognostic Competence of the Civil Engineer with Intelligent Systems. *Vestnik Donbasskoy natsionalnoy akademii stroitelstva i arkhitektury* = Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. 2019; (1):59-63. Available at: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-1\(135\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-1(135).pdf) (accessed 01.02.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
2. Shevchenko O.N., Tashkinov Ju.A. [Predicting the Civil Engineer Competence Level Development in the Course of Professional Training Using Intelligent Systems]. *Stroitel Donbassa* = Donbass Builder. 2020; (1):31-37. Available at: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2020/sd_2020-1\(10\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2020/sd_2020-1(10).pdf) (accessed 01.02.2020). (In Russ.)
3. Tashkinov Ju.A. Prediction of Diploma Grade Point Average of a Future Civil Engineer by the Method of Multiple Regression. *Vestnik Akademii grazhdanskoj zashchity* = Bulletin of the Academy of Civil Protection. 2019; (4):79-84. Available at: [http://agz.dnmchs.ru/static/upload/agz/AKADEMY/ВЕСТНИК%20АГЗ/ВЕСТНИК%204\(20\)2019.pdf](http://agz.dnmchs.ru/static/upload/agz/AKADEMY/ВЕСТНИК%20АГЗ/ВЕСТНИК%204(20)2019.pdf) (accessed 01.02.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
4. Tashkinov Ju.A. Pedagogical Forecasting of Educational Results of Future Civil Engineers in Real Time. *Lichnost v menyayushchemsya mire: zdorovye, adaptatsiya, razvitiye* = Personality in a Changing World: Health, Adaptation, Development. 2020; 8(1):35-45. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://doi.org/10.23888/humJ2020135-45>
5. Tashkinov Yu.A., Demyanenko I.V. Visual Mining Pedagogical Forecasting (on the Example of Technological Readiness of Future Engineers-Builders). *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii* = Pedagogical Education in Russia. 2020; (3):164-171. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://doi.org/10.26170/po20-03-20>
6. Koliada M.G., Bugayova T.I., Reviakina O.G., Belykh S.I. Implementation of Ideas of Computational Pedagogy in the Selection of Forms of Education Based on the Markovian Model of Hierarchies. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* = Perspectives of Science and Education. 2019; (2):413-427. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <http://doi.org/10.32744/pse.2019.2.31>
7. Dix G. Microeconomic Forecasting: Constructing Commensurable Futures of Educational Reforms. *Social Studies of Science*. 2019; 49(2):180-207. (In Eng.) DOI: <http://doi.org/10.1177/0306312719837364>
8. Markova S.M., Tsyplakova S.A., Sedykh C.P., Khizhnaya A.V., Filatova O.N. Forecasting the Development of Professional Education. In: Popkova E., Sergi B. (ed.) *The 21st Century from the Positions of Modern Science: Intellectual, Digital and Innovative Aspects. ISC 2019. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020; 91:452-459. Springer, Cham. (In Eng.) DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-030-32015-7_51
9. Tetlock P.E., Gardner D. *Superforecasting: The Art and Science of Prediction*. New York: Crown Publishers; 2015. 241 p. Available at: <https://psycnet.apa.org/record/2015-22864-000> (accessed 01.02.2020). (In Eng.)
10. Adamuthe A.C., Vhatkar R.V. Improved Neural Network Tool: Application to Societal Forecasting Problems. In: Pawar P., Ronge B., Balasubramaniam R., Vibhute A., Apte S. (ed.) *Techno-Societal*. Springer, Cham; 2018. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-16962-6_1
11. Vasilyeva N.O. Evaluation of Educational Results of Students Based on Competency Model. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education. 2017; (6). Available at: <https://science-education.ru/pdf/2017/6/27188.pdf> (accessed 01.02.2020). (In Russ., abstract in Eng.)
12. Nyamai D.K., Mugambi M., Imonje R. Competence-Based Education: New Wine in Old Wine Skins? *International Journal of Recent Innovations in Academic Research*. 2019; 3(4):60-74. Available at: <https://www.ijriar.com/docs/volume3/issue4/IJRIAR-07.pdf> (accessed 01.02.2020). (In Eng.)
13. Bezuidenhout A. Analysing the Importance-Competence Gap of Distance Educators with the Increased Utilization of Online Learning Strategies in a Developing World Context. *International Review of*



Research in Open and Distributed Learning. 2018; 19(3):264-281. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i3.3585>

14. Ally M. Competency Profile of the Digital and Online Teacher in Future Education. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2019; 20(2). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4206>

15. Baker R.S., Inventado P.S. Educational Data Mining and Learning Analytics. *Learning Analytics*. 2014. p. 61-75. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4

16. Dutt A., Ismail M.A., Erawan T. A Systematic Review on Educational Data Mining. *IEEE ACCESS*. 2017; 5:15991-16005. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2654247>

17. Romero C., Ventura S. Educational Data Mining and Learning Analytics: An Updated Survey. *WIRES Data Mining and Knowledge Discovery*. 2020; 10(3):e1355. (In Eng.) DOI: <http://doi.org/10.1002/widm.1355>

18. Tracy D., Hoiem E.F.M. Scaffolding and Play Approaches to Digital Humanities Pedagogy: Assessment and Iteration in Topically-Driven Courses. *Digital Humanities Quarterly*. 2017; 11(4). Available at: <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/11/4/000358/000358.html> (accessed 01.02.2020). (In Eng.)

19. Kreitz K. Toward a Latinx Digital Humanities Pedagogy: Remixing, Reassembling, and Reimagining the Archive. *Educational Media International*. 2017; 54(4):304-316. (In Eng.) DOI: 10.1080/09523987.2017.1391524

20. Zhou J., Wang G. “New Engineering Education” Concept Practice in Civil Engineering Professional. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 267. (In Eng.) DOI: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/267/5/052052>

21. Redondo E., Fonseca D., Sánchez A., Navarro I. Mobile Learning in the Field of Architecture and Building Construction. A Case Study Analysis. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. 2014; 11(1):152-174. (In Eng.) DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1844>

22. Diao P.-H., Shih N.-J. Trends and Research Issues of Augmented Reality Studies in Architectural and Civil Engineering Education – A Review of Academic Journal Publications. *Applied Sciences*. 2019; 9(9):1840. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3390/app9091840>

23. Bogorodskaya O.V., Golubeva O.V., Gruzdeva M.L., Tolsteneva A.A., Smirnova Z.V. Experience of Approbation and Introduction of the Model of Management of Students' Independent Work in the University. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018; 622:387-397. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75383-6_50

24. Makridakis S., Hyndman R.J., Petropoulos F. Forecasting in Social Settings: The State of the Art. *International Journal of Forecasting*. 2020; 36(1):15-28. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.05.011>

Submitted 24.02.2020; revised 23.06.2020; published online 30.09.2020.

About the author:

Juriy A. Tashkinov, Assistant of the Chair of Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture (2 Derzhavin St., Makeyevka 286123, Ukraine), Postgraduate Student of the Chair of Engineering and Computer Pedagogy, Donetsk National University (24 Universitetskaya St., Donetsk 283001, Ukraine), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6531-5498>, **Publons ID:** <https://publons.com/researcher/3423089/juriy-andreyevich-tashkinov>, j.a.tashkinov@gmail.com

Acknowledgements. I would like to thank Mikhail G. Kolyada, D.Sc. (Pedagogy), Professor, for the contribution to the preparation of this paper; Olga N. Shevchenko, PhD (Engineering), Associated Professor, for the help in collecting empirical information for the study; Antonina S. Alemasova D.Sc. (Chemistry), Professor, for the methodological consulting. Thank to the anonymous reviewers in advance: for their patience and constructive criticism.

The author has read and approved the final manuscript.