

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С. Г. Горст, К. А. Прошунина

Горст Сергей Германович, магистрант, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (988) 597-03-38; e-mail: gorstsergei@mail.ru;

Прошунина Ксения Алексеевна, доцент кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (960) 855-51-30; e-mail: kseniialexpro@gmail.com

В статье рассматривается модель оценки освоения компетенций студентов на основе анализа данных их учебной деятельности. В качестве исходной информации используются показатели учебной активности, включая текущую и итоговую успеваемость, посещаемость занятий и своевременное выполнение заданий. Данные параметры позволяют оценить вовлеченность студентов в образовательный процесс и уровень освоения дисциплин. Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование компетенций, и определен их вклад в образовательные результаты. Рассмотрены возможности автоматизированной обработки данных и применения методов машинного обучения для выявления связей между дисциплинами и компетенциями. Использование нейросетевых моделей повышает объективность оценки и снижает влияние субъективных факторов. Предложенная модель ориентирована на внедрение в информационные системы образовательных организаций. Практическая значимость заключается в совершенствовании контроля качества подготовки специалистов.

Ключевые слова: успеваемость студентов, образовательная аналитика, компетенции, оценка знаний, дисциплины, посещаемость, машинное обучение, анализ данных, контроль прогресса, управление обучением.

A MODEL FOR ASSESSING THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' COMPETENCIES BASED ON LEARNING ACTIVITY DATA

S. G. Gorst, K. A. Proshunina

Gorst Sergey Germanovich, undergraduate student, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (988) 597-03-38; e-mail: gorstsergei@mail.ru;

Proshunina Kseniya Alekseyevna, Associate Professor of Automated Information Processing and Control Systems Department, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (960) 855-51-30; e-mail: kseniialexpro@gmail.com;

The article considers a model for assessing the development of students' competencies based on the analysis of data from their educational activities. The initial information is based on indicators of learning activity, including current and final academic performance, attendance at classes, and timely completion of assignments. These parameters allow us to assess the involvement of students in the educational process and the level of mastery of disciplines. The factors that have the greatest impact on the formation of competencies have been identified and their contribution to educational outcomes has been determined. The possibilities of automated data processing and the use of machine learning methods to identify links between disciplines and competencies are considered. The use of neural network models increases the objectivity of the assessment and reduces the influence of subjective factors. The proposed model is aimed at implementation in the information systems of educational organizations. The practical importance lies in improving the quality control of specialist training.

Keywords: student performance, educational analytics, competencies, knowledge assessment, disciplines, attendance, machine learning, data analysis, progress monitoring, learning management.

Введение

Современная система высшего образования развивается в условиях активной цифровизации и перехода к компетентностной модели подготовки специалистов. В соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования ключевым результатом обучения становится не только усвоение совокупности знаний по отдельным дисциплинам, но и формирование профессиональных компетенций, обеспечивающих готовность выпускников к практической деятельности. В этих условиях возрастает значимость объективной оценки степени освоения компетенций студентами.

Традиционный подход к оценке результатов обучения, основанный преимущественно на проверке знаний по отдельным дисциплинам, не позволяет в полной мере оценить готовность выпускников к решению профессиональных задач, поскольку успешность выполнения учебных заданий не всегда отражает способность применять полученные знания в практической деятельности. В связи с этим в системе высшего образования формируется модель, ориентированная на оценку результатов обучения с учетом сформированности компетенций.

Компетентностная модель подготовки специалистов является одной из ключевых концепций

развития современного высшего образования и закреплена в нормативных документах, регламентирующих реализацию образовательных программ. В рамках данной модели результат обучения определяется не суммой усвоенных знаний, а уровнем сформированности компетенций, представляющих собой интеграцию знаний, умений, навыков и личностных характеристик обучающегося, необходимых для выполнения профессиональных задач.

Отличительной особенностью компетентностного подхода является его ориентация на практическую применимость результатов обучения. Формирование компетенций происходит в течение всего периода обучения и обеспечивается совокупностью дисциплин и иных видов учебной деятельности. Под учебной деятельностью в рамках настоящего исследования понимается целенаправленный процесс обучения, раскрывающийся совокупностью показателей, включающих результаты промежуточной аттестации, рейтинговые баллы, посещаемость занятий и соблюдение сроков выполнения учебных заданий. Указанные данные формируются и хранятся во внутренних информационных системах образовательной организации. При этом возникает противоречие между требованием оценки уровня сформированности компетенций и фактической

практикой, в рамках которой используются преимущественно разрозненные показатели учебной деятельности, не позволяющие получить целостное представление о степени их освоения. В частности, остается нерешенным вопрос интерпретации этих данных: каким образом на основе оценок, посещаемости и иных показателей определить, освоена ли компетенция и в какой степени.

В научных исследованиях подчеркивается, что отсутствие формализованных методов оценки степени освоения компетенций затрудняет контроль качества образовательного процесса и снижает прозрачность оценки образовательных результатов [4, 11, 20]. В большинстве случаев итоговая оценка по дисциплине рассматривается как косвенный показатель освоения компетенций [15], однако такой подход не позволяет учитывать различия в структуре и значимости учебных модулей.

На практике контроль образовательных результатов в вузах по-прежнему в значительной степени основывается на традиционных показателях успеваемости, таких как оценки по дисциплинам, рейтинговые баллы и результаты промежуточной аттестации, так как существует корреляция между оценками и глубиной освоения компетенций (табл. 1) [7].

Таблица 1

Корреляция между оценками и освоением компетенций

№ п/п	Оценка (0-100)	Компетенция «Критическое мышление»	Компетенция «Цифровая грамотность»
	1	2	3
1	0-69	46.63 %	44.80 %
2	70-79	83.20 %	89.68 %
3	80-89	93.44 %	95.41 %
4	90-100	98.64 %	98.88 %

Данные демонстрируют наличие зависимости между уровнем академической успеваемости и степенью освоения компетенций. С увеличением диапазона оценок наблюдается рост показателей сформированности как критического мышления, так и цифровой грамотности, что свидетельствует о наличии корреляции между оценками и уровнем освоения компетенций.

Однако ряд исследований показывает, что академические оценки не полностью отражают уровень сформированности компетенций. Оценка преподавателя включает дополнительные факторы (активность, участие, усилия), поэтому корреляция между оценками и результатами компетентностных тестов является неполной. Кроме того, эмпирические данные показывают, что часть студентов с высокими академическими результатами не демонстрирует соответствующий уровень компетенций, и наоборот [12, 13]. Дополнительную сложность представляет междисциплинарный характер формирования компетенций. Как правило, одна компетенция развивается в рамках нескольких учебных дисциплин, каждая из которых вносит различный вклад в ее освоение [1, 10, 16]. На практике распреде-

ление вклада дисциплин в формирование конкретной компетенции чаще всего определяется экспертным методом - на основе мнения преподавателей. Такой подход носит субъективный характер, поскольку зависит от профессионального опыта экспертов и может различаться при повторной оценке.

Ряд исследований подтверждает наличие устойчивой связи между регулярностью посещения занятий и академической успешностью студентов, а также негативное влияние академической прокрастинации на результаты обучения [19, 17, 14]. Данные о показателях, влияющих на освоение материала, представлены в таблице 2.

Одним из наиболее значимых является посещаемость занятий. Установлено, что регулярное присутствие на лекциях и практических занятиях оказывает положительное влияние на результаты обучения и способствует более глубокому усвоению материала. Другим важным фактором является своевременность выполнения учебных заданий и прохождения контрольных мероприятий. Академическая прокрастинация рассматривается как устойчивая поведенческая характеристика, негативно влияющая на качество подготовки и итоговые результаты обучения.

Таблица 2

Основные факторы учебной деятельности и их влияние на освоение материала

N п/п	Метрика	Влияние	Характер влияния
	1	2	3
1	Посещаемость	Оказывает значимое влияние на успеваемость студентов [2, 3, 6]	Отражает вовлеченность студента в учебный процесс
2	Оценка	Высокий (основной показатель)	Характеризует уровень освоения учебного материала
3	Задержка в сдаче экзамена по дисциплине	Влияние характеризуется как статистически значимое при умеренной величине эффекта [5, 8, 9, 21]	Отражает дисциплину и соблюдение сроков выполнения учебных требований

Вместе с тем перечисленные показатели рассматриваются в существующей практике изолированно, без учета их совокупного влияния на формирование компетенций, что ограничивает возможности объективной оценки результатов обучения.

Проведен анализ средств, позволяющих анализировать успеваемость студентов и школьников. Данные о средствах анализа, показывающие наличие того или иного показателя, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительные характеристики средств для анализа успеваемости школьников и студентов

N п/п	Средство для анализа успеваемости	Оценки / рейтинговые баллы	Посещаемость	Влияние академической задолженности	Анализ освоения компетенций
	1	2	3	4	5
1	Дневник.ру	Есть	Есть	Отсутствует	Отсутствует
2	Успеваемость МГУ	Есть	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
3	Moodle	Есть	Есть	Частично	Отсутствует
4	Google Classroom	Есть	Есть	Отсутствует	Отсутствует
5	Canvas LMS	Есть	Есть	Частично	Отсутствует
6	1С: Университет (АГТУ)	Есть	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Несмотря на наличие автоматизированных информационных систем, используемых для учета успеваемости и посещаемости, их аналитический потенциал зачастую ограничен. Большинство таких систем ориентировано на хранение и отображение данных, а не на комплексную оценку степени освоения компетенций, что обуславливает актуальность разработки моделей, позволяющих интегрировать разнородные показатели учебной активности в единый формализованный показатель освоения компетенций [18].

Таким образом, становится актуальным формирование модели, позволяющей оценить степень освоенности компетенций студентов, отличающейся автоматизированной пошаговой обработкой разнородных данных учебного процесса на основе их формализованного представления в виде математической модели, обеспечивающей интеграцию показателей успеваемости, посещаемости и результатов освоения дисциплин в единый показатель уровня сформированности компетенций. В связи с этим возникает необходимость в разработке алгоритмического программного обеспечения и исследовании подходов к оценке степени освоения профессиональных компетенций студентов на основе комплексного анализа данных об их учебной деятельности.

Объект исследования – процесс оценки результатов обучения студентов в рамках компетентностного подхода в высшем образовании.

Предмет исследования – методы и модели оценки степени освоения профессиональных компетенций студентов на основе анализа показателей их учебной деятельности.

Цель исследования – разработка модели и алгоритмического обеспечения оценки освоения компетенций студентов на основе комплексной обработки данных образовательного процесса.

Задачи исследования:

- провести анализ существующих средств оценки учебных результатов студентов;
- выявить ограничения традиционных показателей успеваемости;
- разработать формализованную модель оценки степени освоения компетенций студентов;
- разработать алгоритм обработки данных образовательного процесса для автоматизированной оценки компетенций.

Методика исследования

В рамках настоящего исследования используются методы обработки текстовой информации и искусственных нейронных сетей, методы экспертных оценок, методы системного анализа, теоретико-множественного моделирования, обработки естественного языка (NLP) и искусственных нейронных сетей.

Осуществлена постановка общей задачи – необходимо определить уровень освоения U i -ой компетенции c_i при изучении подмножества дисциплин D_i , включающих i -ую компетенцию в соответствии с учебным планом образовательной программы, множеством студентов S или k -ым студентом s_k .

Предложена модель оценки уровня освоения компетенций U , формально такая модель может быть представлена в виде кортежа:

$$U = \langle S, C, D, F, O \rangle,$$

где $S = s_k$, $k = \overline{1, K}$, $K \in [15, 150]$ – множество студентов; $C = c_i$, $i = \overline{1, I}$, $I \in [10, 40]$ – множество компетенций; $D = \{d_j\}$, $j = \overline{1, J}$, $J \in [30, 60]$ – множество дисциплин; $F = f_{kj}$ – совокупность функций оценки освоения компетенции k -ым студентом s_k дисциплины; $O = \{O_{ki}\}$, $0 \leq O_{ki} \leq 100\%$ – множество значений процента освоения компетенций.

Функция оценки освоения дисциплины определяется как отображение $f: S \times D \rightarrow [0, 1]$, где значение f_{kj} характеризует процент освоения студентом s_k дисциплины d_j . При этом множество значений функции определяется как:

$$F = \{f_{kj} | s_k \in S, d_j \in D\}, \quad (1)$$

$$f_{kj} = 100 * r * f(A_{kj}, G_{kj}, L_{kj}) =$$

$$= 100 * r * (w_A * A_{kj(норм)} + w_G * G_{kj(норм)} + w_L * L_{kj(норм)}),$$

где A_{kj} – посещаемость k -го студента s_k j -ой дисциплины d_{ji} , включающей компетенцию C_i , $i = \overline{1, I}$, определяемая как $\frac{N_{kj}^{пос}}{N_j}$ (отношение количества посещенных занятий к общему числу проведенных занятий). Значения представляются нормированными $A_{kj(норм)} \in [0, 1]$;

G_{kj} – рейтинговый балл k -го студента s_k j -ой дисциплины d_{ji} , включающей компетенцию C_i , $i = \overline{1, I}$. Определяется оценкой в результате завершения курса дисциплины (значения представляются нормированными $G_{ki(норм)} = \frac{G_{kj}}{100} \in [0, 1]$). При этом предполагается учет классификатора r , при котором дисциплину d_j принято считать неосвоенной (0) или освоенной в определенном отношении (1):

$$\begin{cases} r = 1, \text{ если } 60 \leq G_{kj} \leq 100; \\ r = 0, \text{ иначе} \end{cases}$$

L_{kj} – штраф за задержку в сдаче k -ым студентом s_k j -ой дисциплины d_{ji} , включающей компетенцию C_i , $i = \overline{1, I}$. Определяется количеством дней задержки $\in [0, 365]$. Значение представляется нормированным $L_{kj(норм)} \in [0, 1]$:

$$\begin{cases} L_{kj(норм)} = x \in [0, 1], \text{ если задержек нет (экспертная оценка);} \\ L_{kj(норм)} = 1, \text{ иначе} \end{cases}$$

w_A, w_G, w_L – весовые коэффициенты ($w_A + w_G + w_L = 1$), отражающие влияние коэффициентов A_{kj}, G_{kj}, L_{kj} соответственно на освоение дисциплины, определяемые экспертами, которыми выступают преподаватели j -ой дисциплины d_j , на основе метода парных сравнений Саати. При наличии нескольких экспертов веса определяются агрегированием оценок, с использованием среднего геометрического:

$$w_i = \left(\prod_{e=1}^E w_i^{(e)} \right)^{\frac{1}{E}}, \quad i \in \{A, G, L\}, \quad (2)$$

где E – количество экспертов.

Для проверки корректности экспертных оценок используется отношение согласованности матрицы парных сравнений Саати:

$$CI = \frac{\lambda_{max}}{n - 1} \frac{CI'}{RI}, \quad (3)$$

где λ_{max} – максимальное собственное значение матрицы; RI – случайный индекс (для матрицы

размерностью $n = 3$: $RI = 0,58$). Матрица считается согласованной при $CR < 0,1$.

На основе заданной структуры вычисляется процент освоения i -ой компетенции k -ым студентом s_k :

$$O_{ki} = \sum_{j \in C_i} (y_{ij} * f(A_{kj}, G_{kj}, L_{kj})). \quad (4)$$

Освоение i -ой компетенции множеством студентов S определяется усреднением значений по всем студентам:

$$O_i = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sum_{j \in C_i} (y_{ij} * f(A_{kj}, G_{kj}, L_{kj})), \quad (5)$$

где K – количество студентов.

Методика исследования состоит из нескольких шагов.

Шаг 1. Формирование матрицы парных сравнений. Для критериев A, G, L формируется матрица попарных сравнений $M = (a_{pq})$, $p, q \in A, G, L$, где a_{pq} отражает относительную важность критерия p по сравнению с q и задается по шкале Саати, при этом $a_{qp} = \frac{1}{a_{pq}}$.

Шаг 2. Определение вектора весов. Выполняется нормировка матрицы размерностью $n = 3$ по столбцам:

$$a_{pq(норм)} = \frac{a_{pq}}{\sum_p a_{pq}}$$

весовые коэффициенты определяются как средние значения по строкам нормированной матрицы:

$$w_p = \frac{1}{n} \sum_q a_{pq(норм)}, \quad p \in \{A, G, L\}.$$

Шаг 3. Проверка согласованности матрицы парных сравнений – реализация формулы 3. Для оценки суждений эксперта вычисляется отношение согласованности CR (формула 3). При $CR \geq 0,1$ матрица считается несогласованной и происходит возврат к шагу 1.

Шаг 4. Агрегирование оценок – реализация формулы 2. Вычисляется среднее геометрическое для оценок всех экспертов (формула 2).

Шаг 5. Сопоставление дисциплин и компетенций. Осуществляется определение соответствия между множествами дисциплин и компетенций, представленное в виде матрицы весовых коэффициентов.

Для решения задачи классификации используется многослойная нейронная сеть (MLP). Архитектура сети включает:

- входной слой признаков (TF-IDF векторы и производные признаки);
- два скрытых слоя размерности 64 и 32 нейрона;
- функцию активации ReLU;
- выходной слой с вероятностной оценкой принадлежности дисциплины компетенции.

Для обучения модели формируется набор $(d_j, c_i, desc_i)$, где:

- d_j – дисциплина;
- c_i – компетенция;
- $desc_i$ – описание компетенции.

Для каждой пары (d_j, c_i) формируется обучающая выборка $X = \{(d_j, c_i, desc_i, y_{ji})\}$, где $y_{ji} \in \{0, 1\}$ определяет наличие или отсутствие связи между дисциплиной и компетенцией.

Шаг 6. Определение весовых коэффициентов. Осуществляется заполнение матрицы весовых коэффициентов, отражающих вклад дисциплин в формирование компетенций (формулы 4, 5).

Назначение весов выполняется экспертным способом с использованием разработанного программного обеспечения для каждой компетенции c_i с последующей нормировкой:

$$\sum_{j \in C_i} w_{ij} = 1$$

Полученные значения могут корректироваться экспертами с целью учета специфики образовательной программы.

Шаг 7. Формирование исходных данных. Осуществляется формирование исходного набора данных, необходимого для последующего расчета показателей (формула 1). Данные извлекаются из информационных систем вуза (1С: Университет) и приводятся к унифицированному виду, обеспечивающему их использование (формула 2).

Шаг 8. Вычисление освоения компетенций – реализация формул 4, 5. Освоение компетенции k -ым студентом s_k (формула 4), а студентами множества S (формула 5).

Шаг 9. Вычисление оценки уровня освоения компетенций U . Определяются уровни освоения компетенций U , соответствующие положению об аттестации, где для рейтинговых баллов применяются следующие градации, представленные в таблице 4.

Таблица 4

Уровни освоения компетенций

N п/п	Уровни освоения компетенций	Статус освоения
	1	2
1	Неудовлетворительно (0–59 %): $0\% \leq O_{ki} \leq 59\%$	Компетенция не освоена
2	Удовлетворительно (60–74 %): $60\% \leq O_{ki} \leq 74\%$	Компетенция освоена
3	Хорошо (75–89 %): $75\% \leq O_{ki} \leq 89\%$	Компетенция освоена
4	Отлично (90–100 %): $90\% \leq O_{ki} \leq 100\%$	Компетенция освоена

Модель оценки освоения компетенций базируется на комплексном анализе текстовых описаний компетенций и учебных дисциплин с использованием методов машинного обучения. Обучение модели осуществляется на основе образовательных программ Московского физико-технического института, характеризующихся высокой степенью структурированности и коллективной проработкой содержания.

Результаты и обсуждение

Основой исследования являются данные учебной деятельности студентов Астраханского государственного технического университета, полученные из внутренних информационных систем. В рамках исследования анализируется учебная деятельность, влияющая на формирование компетенций. Рассматриваемые данные относятся к образовательной программе по направлению, реализуемому на кафедре автоматизированных систем обработки и управления. В состав анализируемых данных включены результаты освоения всех учебных дисциплин образовательной программы, а также показатели посещаемости и текущей успеваемости студентов.

В результате реализации шагов в рамках предложенной методики были получены следующие результаты.

Шаг 1–4. Сформированы веса, отражающие влияние показателей A, G, L на освоение дисциплин.

Шаг 5. Сформирована матрица весовых коэффициентов, элементы которой отражают связанность дисциплин и компетенций. Изначально в матрице присутствуют только нулевые значения, означающие, что дисциплина не принадлежит к соответствующей компетенции. Пример незаполненной матрицы представлен на рисунке 1.

Высшая математика		0		0	
Информатика					
Физика				0	
Философия	0		0		
Проектная деятельность	0				
Экономика	0		0		
Инженерная графика	0	0			
		C1	C2	C3	C4

Рис. 1. Незаполненная матрица весовых коэффициентов (иллюстрация авторов)

Fig. 1. Blank matrix of weighting coefficients (illustration by the authors)

Представленная на рисунке 1 матрица демонстрирует наличие (незаполненные значения) или отсутствие (нулевые значения) связей между дисциплинами и компетенциями.

Шаг 6. Заполнена матрица весовых коэффициентов, отражающая вклад дисциплин в формирование компетенций. Пример заполненной матрицы весовых коэффициентов представлен на рисунке 2.

Высшая математика	0,41	0	0,1	0	
Информатика	0,51	0,2	0,3	0,1	
Физика	0,08	0,3	0,4	0	
Философия	0	0,25	0	0,2	
Проектная деятельность	0	0,15	0,1	0,4	
Экономика	0	0,1	0	0,2	
Инженерная графика	0	0	0,1	0,1	
		C1	C2	C3	C4

Рис. 2. Заполненная матрица «дисциплина – компетенция» (иллюстрация авторов)

Fig. 2. The completed matrix "discipline – competence" (illustration by the authors)

Представленная на рисунке 2 матрица демонстрирует распределение весовых коэффициентов, характеризующих вклад отдельных дисциплин в формирование каждой компетенции.

Шаг 7. Собран набор данных, необходимый для расчета показателей (формула 1).

Шаг 8–9. Определены уровни освоения компетенций. Пример результата представлен на рисунке 3.

УК-1	95%	Освоена (отлично)
УК-2	87%	Освоена (хорошо)
УК-3	67%	Освоена (удовлетворительно)
УК-4	50%	Не освоена
УК-5	72%	Освоена (удовлетворительно)

Рис. 3. Уровни освоения компетенций (иллюстрация авторов)

Fig. 3. Levels of mastery of competencies (illustration by the authors)

Особое внимание уделено учету изменений в основной профессиональной образовательной программе, связанных с актуализацией требований

к результатам обучения. Например, в условиях роста числа киберугроз в содержание отдельных дисциплин были внесены изменения, направленные на формирование у студентов понимания значимости информационной безопасности, что привело к уточнению структуры соответствующих компетенций. В связи с этим дополнительно для верификации результатов предполагается привлечение экспертной оценки преподавателей, что позволит сопоставить автоматизированные результаты с профессиональным мнением.

Для иллюстрации различий между традиционным подходом и предложенной моделью была проведена сравнительная оценка уровня освоения компетенций на примере выборки студентов. В качестве базового метода использовалась оценка, основанная исключительно на рейтинговых баллах, приведенных к процентной шкале. В рамках предложенной модели дополнительно учитывались показатели посещаемости и наличие задержек в выполнении учебных заданий. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 5 (данные студентов в таблице обезличены).

Таблица 5

Результаты сравнительного анализа сформированности компетенций у студентов

№ п/п	Студент	Рейтинговый балл (%)	Коэффициент посещаемости	Задержки в сдаче экзаменов	По традиционному методу (%)	По модели (%)	Отклонение
	1	2	3	4	5	6	7
1	S1	90	0.95	Нет	90	92	+2
2	S2	85	0.8	Да	85	78	-7
3	S3	78	0.9	Нет	78	80	+2
4	S4	92	0.7	Да	92	83	-9
5	S5	88	0.85	Нет	88	87	-1
6	S6	75	0.6	Да	75	66	-9
7	S7	83	0.88	Нет	83	84	+1
8	S8	95	0.92	Нет	95	96	+1

Как видно из приведенных данных, для студентов с высокой посещаемостью и отсутствием задержек различия между традиционным методом и предложенной моделью незначительны и находятся в пределах 1–2 %. В то же время для студентов, имеющих пропуски занятий и нарушения сроков сдачи работ, наблюдается снижение оценки уровня освоения компетенций на 7–9 % по сравнению с традиционным подходом, что связано с учетом дополнительных факторов учебной деятельности в разработанной модели.

Таким образом, предложенная модель оценки освоения компетенций позволяет выявлять различия в уровне фактического освоения дисциплин, которые не отражаются при использовании только рейтинговых баллов, что свидетельствует о повышении точности и объективности оценки.

Вместе с тем выявлены источники погрешности: обучающая выборка, которая частично основана на экспертных оценках, содержит субъективный компонент.

Представленная модель оценки освоения компетенций носит аддитивный характер и не учитывает

междисциплинарные взаимодействия, которые могут быть учтены в расширенной версии модели через коэффициенты парного влияния дисциплин. В модели может быть также учтена преемственность дисциплин, отражающая временные интервалы между изучением взаимосвязанных дисциплин. При значительных временных разрывах (например, между изучением дисциплин в первом и четвертом семестрах) возможно снижение уровня остаточных знаний, что приводит к частичной потере ранее сформированных компетенций. Для учета данного эффекта может быть введен коэффициент временной актуальности знаний, зависящий от интервала между изучением дисциплин.

Существуют риски, выражающиеся в возможных неточностях при определении весов в матрице «дисциплина-компетенция», так как коэффициенты выставляются экспертами (преподавателями, зав. кафедрой) и носят субъективный характер.

Результаты исследования показывают, что предложенная модель оценки освоения компетенций является перспективным инструментом для оценки компетенций, однако требует дальнейшего развития

в части повышения устойчивости модели к возможным ошибкам в рамках сопоставления матрицы соответствий дисциплин и компетенций.

Заключение

В рамках проведенного исследования решена задача разработки модели оценки степени освоения профессиональных компетенций студентов на основе комплексного анализа данных учебной деятельности.

В ходе работы получены следующие результаты:

- проведен анализ существующих подходов и информационных систем оценки учебных результатов, выявлены их ограничения, связанные с отсутствием инструментов оценки компетенций, что позволило обосновать необходимость разработки новой модели, ориентированной на оценку сформированности компетенций;
- обоснована необходимость перехода от традиционных показателей успеваемости к оценке сформированности компетенций, что позволило определить требования к разрабатываемой модели и перечень учитываемых факторов учебной деятельности;
- предложен алгоритм автоматизированной обработки учебных показателей для определения уровня освоения компетенций, который позволил

формализовать процесс оценки и обеспечить возможность его практической реализации в информационных системах.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанного подхода для повышения прозрачности и объективности оценки образовательных результатов. Полученные результаты могут быть применены:

- преподавателями для обоснованной оценки результатов обучения и выявления проблемных зон, что позволяет своевременно корректировать образовательный процесс и повышать эффективность образовательной деятельности за счет использования аналитической информационной системы для оценки освоения компетенций студентов;
- работодателями для более точной оценки уровня подготовки выпускников, что способствует повышению качества отбора и соответствия специалистов требованиям профессиональной деятельности.

Таким образом, разработанная модель оценки освоения компетенций представляет собой перспективный инструмент цифровизации образовательного процесса и оценки компетенций, обладающий потенциалом для дальнейшего развития и внедрения в практику высшего образования.

Список литературы

1. Asad M. M., Qureshi A., Almusharraf N. M. Effect of technology-based collaborative learning on students' competency-based education: a global perspective // *International Journal of Information and Learning Technology*. 2026. Vol. 43, iss. 2. P. 169–187. DOI: 10.1108/IJILT-05-2024-0101.
2. Bertoni M., Heller-Sahlgren G., Silva O. Free to improve? The impact of free school attendance in England // *Economics of Education Review*. 2025. Vol. 109. Art. 102717. DOI: 10.1016/j.econedurev.2025.102717.
3. Ha W., Ma L., Cao Y., Feng Q., Bu S. The effects of class attendance on academic performance: Evidence from synchronous courses during Covid-19 at a Chinese research university // *International Journal of Educational Development*. 2024. Vol. 104. Art. 102952. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2023.102952.
4. Holmes A. G. D., Tuin M. P., Turner S. L. Competence and competency in higher education, simple terms yet with complex meanings: Theoretical and practical issues for university teachers and assessors implementing Competency-Based Education (CBE) // *Educational Process: International Journal*. – 2021. – Vol. 10, № 3. – P. 39–52. – DOI: 10.22521/edupij.2021.103.3.
5. Kim K. R., Seo E. H. The relationship between procrastination and academic performance: A meta-analysis // *Personality and Individual Differences*. — 2015. — Vol. 82. — P. 26–33. — DOI: 10.1016/j.paid.2015.02.038.
6. Martínez-Serna M. I., Baixauli-Soler J. S., Belda-Ruiz M., Yagüe J. The effect of online class attendance on academic performance in finance education // *The International Journal of Management Education*. 2024. Vol. 22. Iss. 3. Art. 101023. DOI: 10.1016/j.ijme.2024.101023.
7. Molina-Espinosa J.M., Suárez-Brito P., Gutiérrez-Padilla B., López-Caudana E.O., González-Mendoza M. Academic performance as a driver for the development of reasoning for complexity and digital transformation competencies // *Front. Educ.* – 2024. – Vol. 9. – Article 1426183. – DOI: 10.3389/educ.2024.1426183.
8. Procrastination, personality traits, and academic performance: When active and passive procrastination tell a different story // *Personality and Individual Differences*. — 2017. — Vol. 108. — P. 154–157. — DOI: 10.1016/j.paid.2016.12.042.
9. Rahmani, A., Kisomi, Z. S., Taherkhani, S., Hasani, H., Bahrami, M., & Alizadeh, A. (2025). Effect of academic procrastination and life satisfaction on academic resilience in nursing students. *International Journal of Africa Nursing Sciences*, 23, 100923. <https://doi.org/10.1016/j.ijans.2025.100923>.
10. Wittenberg E., Goldsmith J. V., Maffucci J. et al. Competency-based education for teaching the concept of communication // *Journal of Professional Nursing*. 2025. Vol. 61. P. 54–61. DOI: 10.1016/j.profnurs.2025.08.014.
11. Бермус А. Г. Основы топологической модели реализации компетентностного подхода // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика*. — 2021. — № 2. — С. 149–157. — DOI: 10.18384/2310-7219-2021-2-149-157.
12. Васильева Н.О. Оценка образовательных результатов студентов на основе модели компетенций // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27188>.
13. Дворянинова О.П., Назина Л.И., Никульчева О.С. Разработка методики оценки компетенций студентов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 8. – С. 257–260 – URL: <https://fundamental-research.ru/article/view?id=38882>.
14. Зарипова Т.В. Взаимосвязь академической прокрастинации и учебной мотивации студента // *Омский научный вестник*. – 2018. – № 34 (141). – С. 122–126. – EDN UKTXRZ.
15. Казаринова Н.Л., Кудреватых В.А., Мишакина М.Г. Оценка фактического результата формирования цифрового профиля студента педагогического университета по цифровому следу // *Педагогический журнал*. 2022. Т. 12. № 6А. Ч. II. С. 1140–1154. DOI: 10.34670/AR.2022.51.35.150.

16. Мартынова Т. А., Гиленко Е. В., Китаева Е. М., Бондарь В. А., Орлова Е. В., Дроздова Н. П., Черенков В. И. Междисциплинарная коммуникативная компетенция: концептуализация и практическое применение // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 4. С. 12–36. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-4-12-36.
17. Никулина Т.И., Гуляева А.И., Канцыба В.А. Взаимосвязь академической прокрастинации и учебной мотивации у студентов на начальном этапе обучения в вузе // Baikal Research Journal. – 2023. – Т. 14, № 2. – С. 645–654. – DOI: 10.17150/2411-6262.2023.14(2).645-654.
18. Садчиков П. Н., Соболева В. В. Автоматизированная система оценки эффективности образовательных технологий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 4 (38). С. 96–101. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-38-4-96-101.
19. Симонова Ж.Г. Академическая прокрастинация: проблема или стиль жизни студентов // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 4. – DOI: 10.17513/spno.31969.
20. Соболева В. В., Садчиков П. Н. Модель управления качеством обучения по критерию эффективности образовательной технологии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. — 2021. — № 4 (38). — С. 85–90. — DOI: 10.52684/2312-3702-2021-38-4-85-90.
21. Стоянов А. С. Социальные факторы академической прокрастинации // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. 2024. Вып. 2. С. 260–272. DOI: 10.17072/2078-7898/2024-2-260-272.

References

1. Asad M. M., Qureshi A., Almusharraf N. M. Effect of technology-based collaborative learning on students' competency-based education: a global perspective. *International Journal of Information and Learning Technology*. 2026, vol. 43, iss. 2, pp. 169–187. DOI: 10.1108/IJILT-05-2024-0101.
2. Bertoni M., Heller-Sahlgren G., Silva O. Free to improve? The impact of free school attendance in England. *Economics of Education Review*. 2025, vol. 109, article 102717. DOI: 10.1016/j.econedurev.2025.102717.
3. Ha W., Ma L., Cao Y., Feng Q., Bu S. The effects of class attendance on academic performance: Evidence from synchronous courses during Covid-19 at a Chinese research university. *International Journal of Educational Development*. 2024, vol. 104, article 102952. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2023.102952.
4. Holmes A. G. D., Tuin M. P., Turner S. L. Competence and competency in higher education, simple terms yet with complex meanings: Theoretical and practical issues for university teachers and assessors implementing Competency-Based Education (CBE). *Educational Process: International Journal*. 2021, vol. 10, no 3, pp. 39–52. DOI: 10.22521/edupij.2021.103.3.
5. Kim K. R., Seo E. H. The relationship between procrastination and academic performance: A meta-analysis. *Personality and Individual Differences*. 2015, vol. 82, pp. 26–33. DOI: 10.1016/j.paid.2015.02.038.
6. Martínez-Serna M. I., Baixauli-Soler J. S., Belda-Ruiz M., Yagüe J. The effect of online class attendance on academic performance in finance education. *The International Journal of Management Education*. 2024, vol. 22, iss. 3, article 101023. DOI: 10.1016/j.ijme.2024.101023.
7. Molina-Espinosa J. M., Suárez-Brito P., Gutiérrez-Padilla B., López-Caudana E. O., González-Mendoza M. Academic performance as a driver for the development of reasoning for complexity and digital transformation competencies. *Frontiers in Education*. 2024, vol. 9, article 1426183. DOI: 10.3389/educ.2024.1426183.
8. Procrastination, personality traits, and academic performance: When active and passive procrastination tell a different story. *Personality and Individual Differences*. 2017, vol. 108, pp. 154–157. DOI: 10.1016/j.paid.2016.12.042.
9. Rahmani A., Kisomi Z. S., Taherkhani S., Hasani H., Bahrami M., Alizadeh A. Effect of academic procrastination and life satisfaction on academic resilience in nursing students. *International Journal of Africa Nursing Sciences*. 2025, vol. 23, article 100923. DOI: 10.1016/j.ijans.2025.100923.
10. Wittenberg E., Goldsmith J. V., Maffucci J. et al. Competency-based education for teaching the concept of communication. *Journal of Professional Nursing*. 2025, vol. 61, pp. 54–61. DOI: 10.1016/j.profnurs.2025.08.014.
11. Bermus A. G. Osnovy topologicheskoi modeli realizatsii kompetentnostnogo podkhoda [Fundamentals of the topological model for implementing the competency-based approach]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Pedagogy]. 2021, no 2, pp. 149–157. DOI: 10.18384/2310-7219-2021-2-149-157.
12. Vasileva N. O. Otsenka obrazovatelnykh rezultatov studentov na osnove modeli kompetentsii [Assessment of students' educational results based on a competency model]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2017, no 6. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27188>.
13. Dvoryaninova O. P., Nazina L. I., Nikulcheva O. S. Razrabotka metodiki otsenki kompetentsii studentov [Development of a methodology for assessing student competencies]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2015, no 8, pp. 257–260. Available at: <https://fundamental-research.ru/article/view?id=38882>.
14. Zaripova T. V. Vzaimosvyaz akademicheskoi prokrastinatsii i uchebnoi motivatsii studenta [Relationship between academic procrastination and student motivation]. *Omskii nauchnyi vestnik* [Omsk Scientific Bulletin]. 2018, no 34 (141), pp. 122–126.
15. Kazarinova N. L., Kudrevatykh V. A., Mishakina M. G. Otsenka fakticheskogo rezultata formirovaniya tsifrovogo profilya studenta pedagogicheskogo universiteta po tsifrovomu sledu [Assessment of the actual result of forming a digital profile of a student based on digital footprint]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal]. 2022, vol. 12, no 6A, part II, pp. 1140–1154. DOI: 10.34670/AR.2022.51.35.150.
16. Martynova T. A., Gilenko E. V., Kitaeva E. M., Bondar V. A., Orlova E. V., Drozdova N. P., Cherenkov V. I. Mezhdistsiplinarnaya kommunikativnaya kompetentsiya: kontseptualizatsiya i prakticheskoe primeneniye [Interdisciplinary communicative competence: conceptualization and practical application]. *Obrazovanie i nauka* [Education and Science]. 2023, vol. 25, no 4, pp. 12–36. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-4-12-36.
17. Nikulina T. I., Gulyaeva A. I., Kantsyba V. A. Vzaimosvyaz akademicheskoi prokrastinatsii i uchebnoi motivatsii u studentov na nachalnom etape obucheniya v vuze [Relationship between academic procrastination and learning motivation among students]. *Baikal Research Journal*. 2023, vol. 14, no 2, pp. 645–654. DOI: 10.17150/2411-6262.2023.14(2).645-654.
18. Sadchikov P. N., Soboлева V. V. Avtomatizirovannaya sistema otsenki effektivnosti obrazovatelnykh tekhnologii [Automated system for assessing the effectiveness of educational technologies]. *Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2021, no 4 (38), pp. 96–101. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-38-4-96-101.

19. Simonova Zh. G. Akademicheskaya prokrastinatsiya: problema ili stil zhizni studentov [Academic procrastination: a problem or a lifestyle of students]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2022, no 4. DOI: 10.17513/spno.31969.

20. Soboleva V. V., Sadchikov P. N. Model upravleniya kachestvom obucheniya po kriteriyu effektivnosti obrazovatelnoi tekhnologii [Model for managing the quality of education based on the effectiveness of educational technology]. *Inzhenerno-stroitel'nyi vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2021, no 4 (38), pp. 85–90. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-38-4-85-90.

21. Stoyanov A. S. Sotsialnye faktory akademicheskoi prokrastinatsii [Social factors of academic procrastination]. *Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya* [Bulletin of Perm University. Philosophy. Psychology. Sociology]. 2024, iss. 2, pp. 260–272. DOI: 10.17072/2078-7898/2024-2-260-272.

© С. Г. Горст, К. А. Прошунина

Ссылка для цитирования:

Горст С. Г., Прошунина К. А. Модель оценки освоения компетенций студентов на основе данных учебной деятельности // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет*. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2026. № 2 (56). С. 102–110.

УДК 614.2+615.478.7

DOI 10.52684/2312-3702-2026-56-2-110-117

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО SEO-АУДИТА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИЗНЕС-СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. А. Логашина, Л. А. Плешакова, В. В. Соболева

Логашина Анна Алексеевна, студент, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: anna.logashina.03@gmail.com;

Плешакова Людмила Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: lpleshakova@rambler.ru;

Соболева Вера Владимировна, и. о. заведующего кафедрой систем автоматизированного проектирования и моделирования, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: veravsoboleva@yandex.ru

Предлагается система компьютерного моделирования технического SEO-аудита веб-представительств предприятия для оптимизации и совершенствования бизнес-стратегии предприятия. Определены Критерии для технического SEO-аудита, которые используются для компьютерной модели технического SEO-аудита. Современные платформы анализа данных открывают новые возможности для исследователей и практиков, предоставляя инструменты для автоматизации и глубокого анализа. Использование аналитической платформы Loginom дает возможность проводить глубокий анализ крупных массивов данных, что значительно облегчало создание сценариев анализа для различных проектов и построения сложных систем для планирования бизнес-стратегии предприятия. Представлен Общий сценарий SEO-аудита сайта и разработанные подмодели «Уникальный URL», «Индексация» и «Корреляционный и регрессионный анализ данных». Представлены результаты проверки адекватности разработанной компьютерной модели технического SEO-аудита, которая проводилась для анализа маркетинговых каналов и технической SEO-оптимизации сайта книжного интернет-магазина «Лабиринт».

Ключевые слова: компьютерное моделирование, анализ данных, технический SEO-аудит, корреляционный анализ, регрессионный анализ, интеграция данных, сценарий SEO-аудита, структура контента.

THE SYSTEM OF COMPUTER MODELING OF TECHNICAL SEO AUDIT FOR IMPROVEMENT OF BUSINESS STRATEGY OF THE ENTERPRISE

A. A. Logashina, L. A. Pleshakova, V. V. Soboleva

Logashina Anna Alekseyevna, student, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: potashov.ad@list.ru;

Pleshakova Lyudmila Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Computer-aided Design and Modeling Systems Department, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: lpleshakova@rambler.ru;

Soboleva Vera Vladimirovna, Acting Head of Computer-aided Design and Modeling Systems Department, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: veravsoboleva@yandex.ru.

A modeling system is proposed for the technical SEO audit of web representations of enterprises to optimize and improve the efficiency of the enterprise. Modern data analysis platforms open up new opportunities for researchers and practitioners by providing automation and deep analysis tools. Using the Loginom analytical platform makes it possible to conduct in-depth analysis of large amounts of data, which greatly facilitated the creation of analysis scenarios for various projects and the construction of complex systems for planning an enterprise's business strategy.

Keywords: computer modeling, data analysis, technical SEO audit, correlation analysis, regression analysis, data integration, SEO audit scenario, content structure.