

Ильин Иван Вадимович,

SPIN-код: 5353-8496

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: vania_ilin@mail.ru

Кузаев Айдар Файзуллович,

SPIN-код: 4629-3792

кандидат физико-математических наук, кафедра прикладной информатики, информационных систем и технологий, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 614990, Россия, г. Пермь, ул. Пушкина, 42; e-mail: kuzaev@pspu.ru

**ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
У СТУДЕНТОВ НЕ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ В РАМКАХ ПРОЕКТА
«ЦИФРОВАЯ КАФЕДРА»**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информатика; методика преподавания информатики; методы обучения; цифровые компетенции; цифровая грамотность; цифровая культура; цифровые технологии; студенты; образовательные проекты; цифровая кафедра

АННОТАЦИЯ. В статье обсуждаются понятия цифровой культуры и цифровой компетенции. Цифровая культура определяется как интегральная характеристика, определяющая содержание и способы взаимодействия человека с цифровой техносредой и раскрывающая материальную и духовную, процессуальную и результативную составляющие данного взаимодействия. Обосновывается важность формирования цифровой культуры студентов (как результат специальной подготовки в рамках различных учебных дисциплин), уровень которой определяется: 1) системой цифровых аппаратных и программных компонент, с которыми взаимодействует человек в силу своих профессиональных обязанностей и личных интересов; 2) уровнем знаний о цифровых технологиях (как компонента цифровой грамотности) с точки зрения их полноты, системности и общенности, функциональности; 3) накопленным опытом технической деятельности с учетом ее видовой разнообразия и сложности, определяемым особенностями той составляющей цифровой техносреды, с которой взаимодействует человек; 4) уровнем развития взаимодействий «человек (общество) ↔ цифровая техносреда ↔ природа»; 5) менталитетом личности. Разработаны основные принципы формирования цифровых компетенций («Применяет принципы и основы алгоритмизации», «Применяет языки программирования для решения профессиональных задач»), описана модель их формирования у студентов не ИТ-направлений в области анализа данных средствами библиотеки языка программирования Python. Выделены соответствующие критерии результативности обучения. Описаны данные опытно-поисковой работы, в рамках которой апробировалась методика обучения.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ильин, И. В. Практика формирования цифровых компетенций у студентов не ИТ-направлений в рамках проекта «Цифровая кафедра» / И. В. Ильин, А. Ф. Кузаев. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2023. – № 6. – С. 190–198.

Ilyin Ivan Vadimovich,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State National Research University, Perm, Russia

Kuzaev Aidar Fayzulloevich,

Candidate of Physics and Mathematics, Department of Applied Informatics, Information Systems and Technologies, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

**THE PRACTICE OF FORMING DIGITAL COMPETENCIES
IN NON-IT STUDENTS WITHIN THE “DIGITAL DEPARTMENT” PROJECT**

KEYWORDS: Informatics; methods of teaching computer science; teaching methods; digital competencies; digital literacy; digital culture; digital technologies; students; educational projects; digital department

ABSTRACT. The article discusses the concepts of digital competencies and digital personal culture. The latter is defined as an integral characteristic that determines the content and methods of human interaction with the digital technological environment and reveals the material and spiritual, procedural and effective components of this interaction. The importance of forming a digital culture of students is substantiated (as a result of special training within various academic disciplines), the level of which is determined by: 1) the system of digital hardware and software components with which a person interacts due to his professional duties and personal interests; 2) the level of knowledge about digital technologies (as a component of digital literacy), in terms of their completeness, systematicity and generality, functionality; 3) the accumulated experience of technical activity, taking into account its species diversity and complexity, determined by the characteristics of the component of the digital technological environment with which a person interacts; 4) the level of development of interactions “human (society) ↔ digital techno environment ↔ nature”; 5) the mentality of the individual. The basic principles for the formation of digital competencies have been developed, and a model for their formation among non-IT students in the field of data analysis using Python programming language libraries has been described. The corresponding criteria for

the effectiveness of training are identified. The data of the experimental search work within the framework of which the teaching methodology was tested is described.

FOR CITATION: Ilyin, I. V., Kuzaev, A. F. (2023). The Practice of Forming Digital Competencies in Non-IT Students Within the “Digital Department” Project. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 6, pp. 190–198.

С процессом цифровизации общества в жизнь людей стремительно внедряются новые аппаратно-программные средства, формируя единую цифровую экосистему, и соответствующие IT-сервисы, определяющие принципиально новую культуру как общества в целом, так и каждого субъекта в отдельности. Как реализовать и поддерживать такую сложную инфраструктуру? Сегодняшняя проблема рынка труда состоит в нехватке квалифицированных кадров, обладающих нужными компетенциями в области цифровых технологий для различных высокотехнологичных отраслей производства. Подобные цифровые компетенции должны разрабатываться с учетом требований общества и рынка труда.

Опыт формирования цифровых (ранее – ИКТ-компетенций) компетенций изучается давно в педагогических исследованиях (работы В. А. Матвеевой, М. П. Лапчика, В. П. Панасюк, В. Г. Шевченко и др. [1; 8]). Так, сегодня в НИУ ВШЭ реализуется Концепция развития цифровых компетенций студентов, которые осваиваются всеми студентами независимо от направления подготовки. Они имеют следующие формулировки: цифровая грамотность, алгоритмическое мышление и программирование, анализ данных и методы искусственного интеллекта¹. Также выделяют уровни их освоения. Подобные концепции имеются во многих вузах, в том числе и в отдельных федеральных программах (например, проект «Цифровая кафедра»²).

Происходящее сегодня – не новшество. Так, еще с 1960-х в методической литературе стали появляться понятия алгоритмическая и компьютерная грамотность, информационная культура учащихся. Какие из них, как и где должны формироваться – вопросы, раскрывающиеся в учебниках известных авторов (А. П. Ершов, Н. Б. Зиновьева, В. А. Каймин, Г. А. Звенигородский, Ю. А. Первин, С. А. Бешенков, А. А. Кузнецов, А. Г. Кушниренко, М. П. Лапчик, Г. В. Лебедев, Н. Д. Угринович, А. Х. Шень и др.).

Сегодня на передний план выходит понятие *цифровой культуры*. Безусловно, современный человек является субъектом современной *цифровой техносреды* как совокупности аппаратно-программных компо-

нентов и сервисов, с которыми он взаимодействует в силу своих профессиональных обязанностей и личных интересов. Для успешного существования в этой среде он должен обладать необходимым уровнем *цифровой культуры*. Если ранее этот уровень вполне обеспечивался приобретением совокупности конкретных знаний и умений в области программного обеспечения общего назначения, то в условиях объединения и трансформации разрозненных систем в глобальную цифровую техносреду [5; 7; 15], увязывающую воедино как профессиональную, так и повседневную жизнь большого сообщества людей, такой подготовки уже недостаточно.

В целом круг работ, в которых анализируется сущность понятия культуры, весьма широк. Авторы по-разному раскрывают содержание понятия «культура». Их анализ показал, что к составляющим *культуры личности* относятся грамотность и компетентность. В этом отношении применительно к цифровой культуре компоненты следующие:

- *цифровая грамотность*;
- *цифровая компетентность*.

Цифровую культуру личности сформируем как интегральную характеристику, определяющую содержание и способы взаимодействия человека с цифровой техносредой и раскрывающую материальную и духовную, процессуальную и результативную составляющие данного взаимодействия. Уровень цифровой культуры проявляется в освоенных человеком моделях технического поведения и деятельности, реализуемых им способами решения технических задач и проблем с учетом его отношения к следствиям этих решений. Уровень *цифровой культуры личности* определяется:

- 1) системой цифровых аппаратных и программных компонент, с которыми взаимодействует человек в силу своих профессиональных обязанностей и личных интересов;
- 2) уровнем знаний о цифровых технологиях (как компонента цифровой грамотности) с точки зрения их полноты, системности и обобщенности, функциональности;
- 3) накопленным опытом технической деятельности с учетом ее видового разнообразия и сложности, определяемым особенностями той составляющей цифровой техносреды, с которой взаимодействует человек;
- 4) уровнем развития взаимодействий «человек (общество) ↔ цифровая техносреда ↔ природа», в которых цифровая техника является инструментом их становле-

¹ Проект Data Culture цифровой кафедры НИУ ВШЭ. URL: <https://openedu.ru/program/hse/DataCult/> (дата обращения: 10.09.2023).

² Проект цифровая кафедра. URL: <https://sociocenter.info/projects/tsifrovye-kafedry/> (дата обращения: 10.09.2023).

ния, и уровнем осознания и учета в своем поведении и деятельности всей совокупности следствий данных взаимодействий (политических, социально-экономических, экологических, национально-культурных, морально-этических, ценностно-мировоззренческих);

5) менталитетом личности (интересами, умонастроением, волевыми устремлениями) – сложившимися моделями поведения и деятельности, определяющими актуальное состояние и перспективы развития перечисленных выше составляющих его цифровой культуры (1–4).

Таким образом, необходимо обеспечить становление у обучаемых цифровой культуры, соответствующей современному уровню развития *цифровой техносреды*.

Как построить формирование отдельных компонент цифровой культуры личности в высших учебных заведениях? Тут можно выделить два направления.

Во-первых, это внедрение цифровых компетенций в учебные планы. Так, например, в ФГАОУ ВО ПГНИУ они внедрены и формируются в рамках добавления дисциплин «Основы программирования на Python» и «Анализ данных на Python» в большинстве учебных планов и читаются на всех не IT-факультетах.

Во-вторых, это дополнительные программы профессиональной подготовки в вузе параллельно с основными. Так, например, в рамках проекта «Цифровая кафедра» реализована программа профессиональной переподготовки «Бизнес-аналитика» («Приоритет – 2030»¹ [14]), в которой приобретается новая квалификация «Специалист в области анализа данных».

Данные направления нацелены на получение таких цифровых компетенций, как «Применяет принципы и основы алгоритмизации» и «Применяет языки программирования для решения профессиональных задач (язык Python)».

Основы программирования и последующий анализ данных на Python выбраны в качестве содержательной составляющей указанных цифровых компетенций по ряду причин. Во-первых, язык Python и его соответствующая экосистема являются простым инструментом для освоения и уже внедрены в новые версии популярных офисных приложений, например в MS Excel. Во-вторых, язык Python и его библиотеки активно используют во многих областях, в частности в

области анализа данных и автоматизации любых рутинных задач. В-третьих, у Python низкий порог вхождения, и он и легко поддается освоению.

Подобные компетенции необходимы студентам при обработке массивов данных по своей предметной области (математика, физика, химия, биология, геология, экономика и т. д.) и соответствующем анализе данных.

Нами накоплен и обобщен опыт работы по этим направлениям и ниже приведена модель обучения студентов формированию цифровых компетенций у студентов не ИТ-направлений (рис. 1).

В структуре модели представлены два этапа: 1) теоретический (формирование у студентов представлений о базовых структурах алгоритмов в Python и соответствующих библиотек анализа данных); 2) *практический* (разработка студентами индивидуальных проектов по машинному обучению).

Теоретический этап реализует инвариантную составляющую обучения. Практический этап носит вариативный характер (выбор предметной области проекта [12; 17; 18] и данных для исследования осуществляет студент под руководством преподавателя).

Формирование цифровых компетенций («Применяет принципы и основы алгоритмизации» и «Применяет языки программирования для решения профессиональных задач (язык Python)») реализуется, следуя ряду принципов.

1. Практико-ориентированный характер обучения. Необходимо обеспечить решение прикладных задач из сферы будущей профессиональной деятельности студентов. В рамках модели обеспечивается учет интересов студентов относительно выбора предметной области исследования (выбор датасета для анализа). Это такие предметные области, как финансово-хозяйственная и учетная деятельность, отрасли химической промышленности, геология и т. д. Студенты могут предложить свои датасеты, связанные со своим направлением обучения. Они получают опыт в создании регрессионных моделей, реализации задач классификации или кластеризации для датасетов, выгруженных из официальных источников. Получение новых исследовательских результатов является для студентов серьезным мотивационным фактором, стимулирующим их учебно-познавательную, творческую деятельность, и обеспечивает ее высокое качество.

¹ Проект цифровая кафедра. URL: <https://sociocenter.info/projects/tsifrovye-kafedry/> (дата обращения: 10.09.2023).

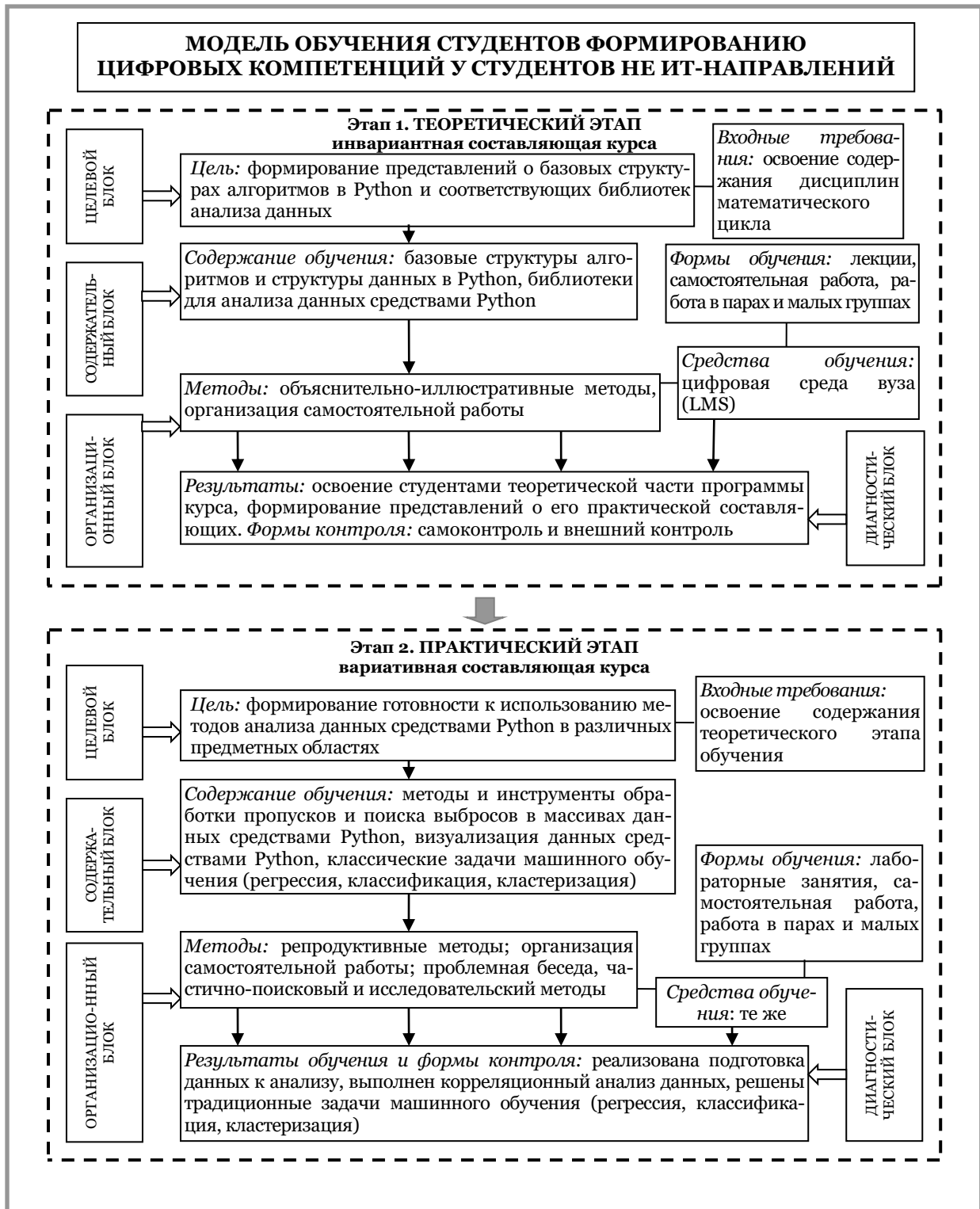


Рис. 1. Модель обучения студентов формированию цифровых компетенций у студентов не ИТ-направлений

2. **Доступность учебного материала.** Содержание учебного материала, методы, формы и средства обучения должны удовлетворять особенностям студентов – не IT-специалистов и быть доступными для понимания. Так, например, первые шаги в программировании рационально начинать в виде повторений действия преподавателя в среде разработки и далее отдельные

фрагменты программного кода студенты пишут уже самостоятельно. Учебный материал и методы его освоения должны соответствовать «зоне ближайшего развития» студентов. При систематизации и обобщении знаний следует с целью повышения доступности изложения использовать средства инфографики, которая позволяет в сжатом систематизированном виде и до-

ступными для понимания средствами раскрыть содержание понятий.

3. *Экспертная оценка.* Для оценки итоговых проектов привлекаются работодатели-эксперты из IT-компаний партнеров, имеющие опыт в анализе данных и программировании. Взгляд со стороны дает объективную оценку результатам, а у студентов появляется дополнительная мотивация к деятельности.

4. *Цифровая образовательная среда с мультимедийным контентом поддержки учебного процесса.* Важно обеспечить удобные форматы взаимодействия между участниками образовательного процесса как в очной части курса, так и за счет дистанционных образовательных технологий [22] проведения и оценивания результатов обучения. Кроме того, коммуникации сейчас все чаще реализуются средствами чатов в популярных мессенджерах, нежели во внутренних форумах LMS. Применение мультимедиа сопровождения обучения [6; 14] направлено на повышение производительности учебно-познавательной деятельности студентов, осваивающих языки и технологии программирования. На сегодня определены основные требования к формированию данного сопровождения [21–23]. К ним относятся: применение коротких обучающих видеофрагментов лектора, применение готовых исполняемых примеров решения алгоритмических задач для интегрированной среды разработки (IDE), обеспечение деятельностного подхода и нелинейность траектории обучения в виртуальной мультимедиа среде.

С целью апробации предложенной модели обучения был проведен педагогический эксперимент (выборка – 198 студентов, прошедших обучение на цифровой кафедре ПГНИУ в 2022–2023 гг.). Для контроля качества разработки индивидуальных проектов студентов использовался метод коллективной экспертной оценки.

Нами выделены критерии для оценки итогового проекта.

1. *Качество подготовки данных к анализу.* Здесь проверяются программные ме-

тоды загрузки данных в датафрейм, проверки количественных столбцов на числовой тип данных, преобразование типов (в том числе написание функций для обработки отдельных ячеек) [2–4; 10], осуществляется проверка данных на пропуски.

2. *Качество предварительного анализа данных.* Алгоритмически вычисляются описательные статистики по столбцам (среднее значение, мода, медиана, стандартное отклонение, квартили), реализуется проверка данных на наличие выбросов (в случае их наличия в программном коде реализуются методы их устранения), строятся гистограммы для всех числовых колонок и проверяется распределение данных на нормальность [9].

3. *Качество корреляционного анализа данных.* Алгоритмически рассчитываются коэффициенты корреляции и строится тепловая карта матрицы корреляции.

4. *Качество процесса моделирования.* Средствами библиотек машинного обучения [11; 13] строится модель на обучающей выборке, вычисляется коэффициент детерминации и подбирается наилучшая модель с оценкой ее качества.

5. *Качество прогнозирования.* Выполняется прогнозирование целевой переменной на тестовой выборке.

6. *Качество интерпретации полученных результатов.*

Из опыта работы и анализа литературы нами определены составляющие цифровых компетенций (ЦК) у студентов непрофильных IT-направлений в процессе (см. табл.).

Полученные результаты экспертной оценки проектов (рис. 2) и их защит свидетельствуют о достаточно высоком качестве проектов, подготовленных студентами (83% студентов реализовали проект на базовый и повышенный уровни). Причем та часть оцениваемых элементов (1–3), где студентам требовалось самостоятельно написать программный код для обработки датафрейма и расчета описательных статистик, давалась труднее студентам – не IT-специалистам. Однако остальные оцениваемые элементы (4–6) выглядели лучше.

Декомпозиция цифровых компетенций

Формулировка ЦК	Знать	Уметь	Владеть
<p>Применяет принципы и основы алгоритмизации</p>	<p><i>Начальный уровень</i> Знание типов данных и базовых алгоритмических конструкций</p> <p><i>Базовый уровень</i> Знание основных методологии разработки программного обеспечения и технологий программирования, всех основных синтаксических конструкций языка программирования</p> <p><i>Повышенный уровень</i> Знает методики выбора оптимальных решений для реализации алгоритма</p>	<p><i>Начальный уровень</i> Умение писать программный код с использованием базовых алгоритмических конструкций</p> <p><i>Базовый уровень</i> Умение использовать основные синтаксические конструкции языка программирования</p> <p><i>Повышенный уровень</i> Умеет создавать эффективный код</p>	<p><i>Начальный уровень</i> Владеет отдельными методами для автоматизации простых рутинных задач</p> <p><i>Базовый уровень</i> Владеет методологией автоматизации задач обработки данных</p> <p><i>Повышенный уровень</i> Владеет методами и средствами оптимизации программного кода, опытом разработки сложных проектов</p>
<p>Применяет языки программирования для решения профессиональных задач (язык Python)</p>	<p><i>Начальный уровень</i> Знание базовых методик обработки массивов данных для нахождения описательных статистик</p> <p><i>Базовый уровень</i> Знание библиотек Python для работы с регрессионными моделями и моделями временных рядов, решения задач классификации и кластеризации</p> <p><i>Повышенный уровень</i> Знает широкий спектр алгоритмов машинного обучения и библиотек Python</p>	<p><i>Начальный уровень</i> Умение писать простые сценарии обработки табличных данных</p> <p><i>Базовый уровень</i> Умение применять статистические методы и классические методы машинного обучения (регрессия, классификация и кластеризация) для решения практических задач анализа и визуализации данных</p> <p><i>Повышенный уровень</i> Умение выполнять полный цикл решения задач с помощью машинного обучения и продвинутой аналитики, а также визуализировать результаты анализа и моделирования с помощью веб-приложений или других инструментов</p>	<p><i>Начальный уровень</i> Владеет отдельными методами анализа данных средствами Python</p> <p><i>Базовый уровень</i> Владеет методологией и обладает опытом решения задач регрессии, классификации и кластеризации</p> <p><i>Повышенный уровень</i> Владеет методологией машинного обучения средствами Python</p>

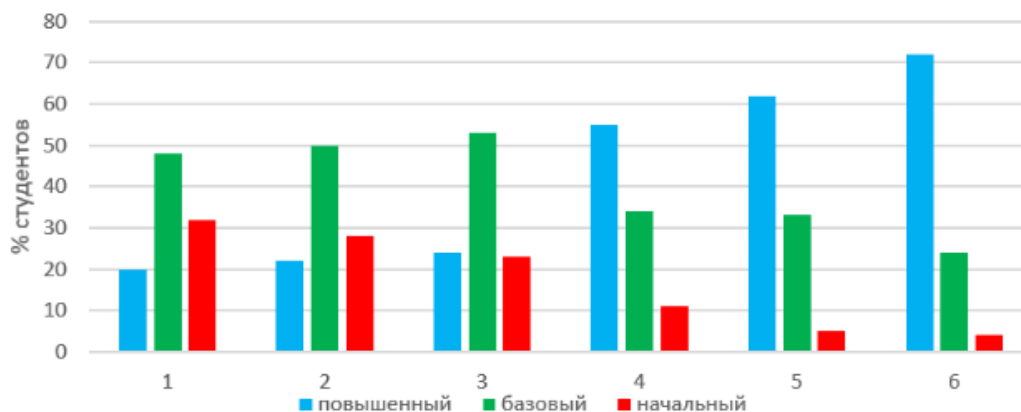


Рис. 2. Критерии результативности обучения: 1 – качество подготовки данных к анализу, 2 – качество предварительного анализа данных, 3 – качество корреляционного анализа данных, 4 – качество процесса моделирования, 5 – качество прогнозирования, 6 – качество интерпретации полученных результатов

Теоретическая значимость исследования состоит в разработке основных принципов формирования цифровых компетенций, описании модели ее формирования у студентов не ИТ-направлений в области анализа данных средствами Python и выделении соответствующих критериев результативности обучения. Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты

теоретического исследования доведены до уровня практического применения.

Итак, созданные студентами по завершении обучения качественные проекты и их успешная защита являются показателями достижения главной цели – формирование у студентов цифровых компетенций (как составляющей цифровой культуры) в области анализа данных средствами Python.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ачкасова, О. Г. Модель формирования сквозных цифровых компетенций у студентов высшего образования непрофильных ИТ-направлений в процессе ДПО / О. Г. Ачкасова, В. П. Панасюк, А. Г. Широколова, Ю. С. Ларионова. – Текст : непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2022. – Т. 10, № 2.
2. Вандер, П. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение / П. Вандер. – СПб. : Питер, 2018. – 576 с. – Текст : непосредственный.
3. Васильев, Ю. А. Программирование на Python в примерах и задачах / Ю. А. Васильев. – М. : Эксмо, 2021. – 616 с. – Текст : непосредственный.
4. Златопольский, Д. М. Основы программирования на языке Python / Д. М. Златопольский. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 284 с. – Текст : непосредственный.
5. Ильин, И. В. Обучение студентов педагогического вуза формированию у учащихся метатехнического знания в учебном процессе по физике : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / И. В. Ильин. – Пермь, 2013. – 421 с. – Текст : непосредственный.
6. Ильин, И. В. Применение принципов мультимедийного обучения при создании насыщенных ZOOM-презентаций / И. В. Ильин, А. П. Печеный. – Текст : непосредственный // Материалы международной научно-практической конференции «Информатизация образования – 2011». Т. 1 / ЕГУ им. И. А. Бунина. – Елец, 2011. – С. 156–160.
7. Имамичи, Т. Моральный кризис и метатехнические проблемы / Т. Имамичи. – Текст : непосредственный // Вопросы философии. – 1995. – № 3. – С. 73–82.
8. Кальницкая, И. В. Модель цифровой компетенции студентов / И. В. Кальницкая, О. В. Максимочкина. – Текст : непосредственный // Проблемы современного образования. – 2022. – № 4. – С. 204–218.
9. Кеннеди, Б. Основы Python для Data Science / Б. Кеннеди. – СПб. : Питер, 2023. – 272 с. – Текст : непосредственный.
10. Кольцов, Д. М. Python. Полное руководство / Д. М. Кольцов. – СПб. : Издательство «Наука и техника», 2022. – 480 с. : ил. – Текст : непосредственный.
11. Маккинни, У. Python и анализ данных: Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и Jupyter / У. Маккинни ; пер. с англ. А. А. Слинкина. – 3-е изд. – М. : МК Пресс, 2023. – 536 с. – Текст : непосредственный.
12. Осокина, Е. В. Использование метода коллективного проектирования при обучении будущих специалистов в области информационных технологий разработке информационных систем : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Е. В. Осокина. – Шадринск, 2011. – 172 с. – Текст : непосредственный.
13. Рашка, С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2 : пер. с англ. / С. Рашка. – 3-е изд. – СПб. : ООО «Диалектика», 2020. – 848 с. – Текст : непосредственный.

14. Спирин, И. С. Электронный учебный курс как средство активизации учебно-познавательной деятельности при обучении программированию будущих учителей информатики : дис. ... канд. пед. наук / И. С. Спирин. – Шадринск, 2004. – 179 с. – Текст : непосредственный.
15. Тавризян, Г. М. «Метатехническое» обоснование сущности техники М. Хайдеггером (Научно-технический прогресс в оценке буржуазных философов) / Г. М. Тавризян. – Текст : непосредственный // Вопросы философии. – 1971. – № 12. – С. 122–130.
16. Теория и методика обучения информатике / М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер ; под общ. ред. М. П. Лапчика. – М. : Академия, 2008. – 592 с. – Текст : непосредственный.
17. Knoll, M. The project method: Its vocational education origin and international development / M. Knoll. – Text : immediate // Journal of Industrial Teacher Education. – 1997. – No. 34 (3). – P. 59–80.
18. Reyna, J. Analytical Competences of Teachers in Big Data in the Era of Digitalized Learning / J. Lopez-Belmonte, S. Pozo-Sanchez, A. Fuentes-Cabrera, J.-M. Trujillo-Torres. – Text : immediate // Educ. Sci. – 2019. – No. 9.
19. Mayer, R. A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles / R. Mayer, R. Moreno. – 1998. – Text : immediate.
20. Mayer, R. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity / R. Mayer, R. Moreno. – Text : immediate // Journal of Educational Psychology. – 1999. – Vol. 91. – P. 358–368.
21. Reyna, J. Learner-Generated Digital Media (LGDM) as an Assessment Tool in Tertiary Science Education: A Review of Literature / J. Reyna, P. Meier. – Text : immediate // Iafor J. Educ. – 2018. – No. 6. – P. 93–109.
22. Traxler, J. Distance Learning – Predictions and Possibilities / J. Traxler. – Text : immediate // Educ. Sci. – 2018. – No. 8.

REFERENCES

1. Achkasova, O. G., Panasyuk, V. P., Shirokolobova, A. G., Larionova, Yu. S. (2022). Model' formirovaniya skvoznykh tsifrovyykh kompetentsii u studentov vysshego obrazovaniya neprofil'nykh IT-napravlenii v protsesse DPO [A Model for the Formation of End-to-End Digital Competencies among Higher Education Students in Non-core IT Areas in the Process of Further Professional Education]. In *Vestnik Mininskogo universiteta*. Vol. 10. No. 2.
2. Vander, P. (2018). *Python dlya slozhnykh zadach: nauka o dannykh i mashinnoe obuchenie* [Python for Complex Problems: Data Science and Machine Learning]. Saint Petersburg, Piter. 576 p.
3. Vasilyev, Yu. A. (2021). *Programmirovaniye na Python v primerakh i zadachakh* [Programming in Python in Examples and Tasks]. Moscow, Eksmo. 616 p.
4. Zlatopolsky, D. M. (2017). *Osnovy programmirovaniya na yazyke Python* [Basics of Programming in Python]. Moscow, DMK Press. 284 p.
5. Ilyin, I. V. (2013). *Obuchenie studentov pedagogicheskogo vuza formirovaniyu u uchashchikhsya metatekhnicheskogo znaniya v uchebno protsesse po fizike* [Teaching Students of a Pedagogical University the Formation of Metatechnical Knowledge among Students in the Educational Process in Physics]. Dis. ... kand. ped. nauk. Perm. 421 p.
6. Ilyin, I. V., Pechenyi, A. P. (2011). Primeneniye printsiptov mul'timediinogo obucheniya pri sozdanii nasyshchennykh ZOOM-prezentatsii [Application of the Principles of Multimedia Learning When Creating Rich ZOOM Presentations]. In *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Informatizatsiya obrazovaniya – 2011»*. Vol. 1. Elets, pp. 156–160.
7. Imamichi, T. (1995). Moral'nyi krizis i metatekhnicheskie problemy [Moral Crisis and Metatechnical Problems]. In *Voprosy filosofii*. No. 3, pp. 73–82.
8. Kalnitskaya, I. V., Maksimochkina, O. V. (2022). Model' tsifrovoi kompetentsii studentov [Model of Digital Competence of Students]. In *Problemy sovremennogo obrazovaniya*. No. 4, pp. 204–218.
9. Kennedi, B. (2023). *Osnovy Python dlya Data Science* [Python Basics for Data Science]. Saint Petersburg, Piter. 272 p.
10. Koltsov, D. M. (2022). *Python. Polnoe rukovodstvo* [Python. Complete Guide]. Saint Petersburg, Izdatel'stvo «Nauka i tekhnika». 480 p.
11. McKinney, W. (2023). *Python i analiz dannykh: Pervichnaya obrabotka dannykh s primeneniem pandas, NumPy i Jupiter* [Python and Data Analysis: Primary Data Processing Using Pandas, NumPy and Jupiter]. 3rd edition. Moscow, MK Press. 536 p.
12. Osokina, E. V. (2011). *Ispol'zovanie metoda kollektivnogo proektirovaniya pri obuchenii budushchikh spetsialistov v oblasti informatsionnykh tekhnologii razrabotke informatsionnykh sistem* [Using the Collective Design Method in Training Future Specialists in the Field of Information Technology in the Development of Information Systems]. Dis. ... kand. ped. nauk. Shadrinsk. 172 p.
13. Raschka, S. (2020). *Python i mashinnoe obuchenie: mashinnoe i glubokoe obuchenie s ispol'zovaniem Python, scikit-learn i TensorFlow 2* [Python and Machine Learning: Machine and Deep Learning Using Python, Scikit-Learn and TensorFlow 2]. 3rd edition. Saint Petersburg, OOO «Dialektika». 848 p.
14. Spirin, I. S. (2004). *Elektronnyi uchebnyi kurs kak sredstvo aktivizatsii uchebno-poznavatel'noi deyatel'nosti pri obuchenii programmirovaniyu budushchikh uchitelei informatiki* [Electronic Training Course as a Means of Enhancing Educational and Cognitive Activity When Teaching Programming to Future Computer Science Teachers]. Dis. ... kand. ped. nauk. Shadrinsk. 179 p.
15. Tavrizyan, G. M. (1971). «Metatekhnicheskoe» obosnovaniye sushchnosti tekhniki M. Khaideggerom (Nauchno-tekhnicheskii progress v otsenke burzhuaznykh filosofov) [“Metatechnical” Justification of the Essence of Technology by M. Heidegger (Scientific and Technological Progress in the Assessment of Bourgeois Philosophers)]. In *Voprosy filosofii*. No. 12, pp. 122–130.
16. Lapchik, M. P., Semakin, I. G., Henner, E. K. (2008). *Teoriya i metodika obucheniya informatike* [Theory and Methodology of Teaching Computer Science]. Moscow, Akademiya. 592 p.

17. Knoll, M. (1997). The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development. In *Journal of Industrial Teacher Education*. No. 34 (3), pp. 59–80.
18. Lopez-Belmonte, J., Pozo-Sanchez, S., Fuentes-Cabrera, A., Trujillo-Torres, J.-M. (2019). Analytical Competences of Teachers in Big Data in the Era of Digitalized Learning. In *Educ. Sci.* No. 9.
19. Mayer, R., Moreno, R. (1998). *A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*.
20. Mayer, R., Moreno, R. (1999). Cognitive Principles of Multimedia Learning: The Role of Modality and Contiguity. In *Journal of Educational Psychology*. Vol. 91, pp. 358–368.
21. Reyna, J., Meier, P. (2018). Learner-Generated Digital Media (LGDM) as an Assessment Tool in Tertiary Science Education: A Review of Literature. In *Iafor J. Educ.* No. 6, pp. 93–109.
22. Traxler, J. (2018). Distance Learning — Predictions and Possibilities. In *Educ. Sci.* No. 8.