

ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ TEACHING COMPUTER SCIENCE

DOI: 10.22363/2312-8631-2025-22-1-99-108

EDN: TGSCSZ

УДК 378.162.3

Научная статья / Research article

Существующие подходы к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки

Д.Д. Добромиров *Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация*✉ dobromirov_dd@pfur.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* В поле приоритетных целей научно-технологического развития Российской Федерации и в условиях интенсивной цифровизации отечественной системы высшего образования существует острая необходимость в формировании цифровых компетенций у студентов физико-математических направлений подготовки. Для этого важно понимание эффективных подходов к их обучению. *Методология.* Методологическая основа исследования направлена на обобщение международного опыта организации образовательного процесса по проблематике исследования и на апробацию внешней валидности существующих в высшей школе подходов к обучению студентов информационным технологиям. *Результаты.* Определен перечень цифровых компонент, используемых в образовательных программах физико-математических направлений подготовки. Сформулирована количественная характеристика уровня развития существующих в Российской Федерации образовательных подходов к развитию цифровых компетенций у студентов относительно международного опыта. *Заключение.* Проведенный сравнительный анализ методов обучения информационным технологиям студентов позволил выявить теоретическую основу организации образовательных траекторий в разрезе практического развития цифровой грамотности обучающихся физико-математических направлений подготовки.

Ключевые слова: информационные технологии, система высшего образования, физика, физико-математические науки, цифровизация образования

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

© Добромиров Д.Д., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

История статьи: поступила в редакцию 30 сентября 2024 г.; доработана после рецензирования 15 ноября 2024 г.; принята к публикации 29 ноября 2024 г.

Для цитирования: Добромиров Д.Д. Существующие подходы к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2025. Т. 22. № 1. С. 99–108. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-99-108>

Existing approaches to teaching information technologies to students of physics and mathematics specializations

Daniil D. Dobromirov 

RUDN University, Moscow, Russian Federation

✉ dobromirov_dd@pfur.ru

Abstract. *Problem statement.* In the field of priority goals of scientific and technological development of Russian Federation and under the conditions of intensive digitalization of the domestic system of higher education, there is an urgent need for formation of digital competencies among students of physics and mathematics specializations. *Methodology.* The methodological basis of the research is aimed at generalizing the international experience of organizing the educational process on the research problem and approbation of the external validity of the existing approaches to teaching high school students information technologies. *Results.* The list of digital components used in educational programs of physics and mathematics specializations is defined. The quantitative characterization of the level of development of existing educational approaches to the development of digital competencies of students in the Russian Federation in relation to international experience is formulated. *Conclusion.* The conducted comparative analysis of methods of teaching information technologies to students allowed to reveal the theoretical basis for the organization of educational trajectories in the context of practical development of digital literacy of students of physics and mathematics specializations.

Keywords: information technologies, higher education system, physics, physical and mathematical sciences, digitalization of education

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Article history: received 30 September 2024; revised 15 November 2024; accepted 29 November 2024.

For citation: Dobromirov DD. Existing approaches to teaching information technologies to students of physics and mathematics specializations. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2025;22(1):99–108. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2025-22-1-99-108>

Постановка проблемы. В целях выстраивания аналитической позиции относительно существующих в высшей школе подходов к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направ-

лений подготовки будет целесообразным раскрыть исторические предпосылки и тенденции, предопределившие наблюдаемую в международном образовательном пространстве необходимость формирования цифровых компетенций у студентов в области их профессионального развития.

Выявляя исторические предпосылки информатизации образования, важно обратиться к всемирной истории, в частности к одному из ее унитарно-стадиальных представлений [1, с. 158] – социологической концепции постиндустриального общества [2, с. 25] – в единстве с таким комплексным процессом, как информатизация общества [3]. Сам процесс информатизации тесно связан с системным изменением способов работы с информацией, а также с появлением новых для своих исторических этапов коммуникативных взаимодействий и технологических решений, систематизирующих последовательность из шести «информационных революций» [4].

Рассматривая высшую школу с позиции наблюдаемых в ней цифровых изменений, вызванных информатизацией общества, необходимо обосновать потребность обучающихся высших учебных заведений в освоении новых компетенций, позволяющих адаптироваться к цифровым изменениям. С одной стороны, согласно пункту 2 статьи 26 Всеобщей декларации прав человека, принятой резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН 10 декабря 1948 г., «Образование должно быть направлено к полному развитию человеческой личности...»¹, и в этом отношении развитие человеческой личности важно нормировать в естественной среде социализации человека, которая в условиях информатизации общества все чаще отождествляется с цифровой средой [5].

С другой стороны, современные информационные технологии открывают новые возможности для различных подходов к обучению, позволяя базировать образовательный процесс на принципах доступности и инклюзивности, что согласуется с реализацией задач [6], направленных на достижение Цели 4 в области устойчивого развития «Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех»². Так, например, ассистивные технологии позволяют адаптировать образовательные программы к индивидуальным потребностям людей с ограниченными возможностями здоровья, предлагая для студентов с инвалидностью вариативные образовательные траектории с фокусом на особенностях организации процесса обучения для различных нозологических групп³.

¹ Всеобщая декларация прав человека (принята Генеральной Ассамблеей ООН 10.12.1948 г.). <https://www.un.org/ru/about-us/universal-declaration-of-human-rights> (дата обращения: 20.08.2024 г.)

² Цели в области устойчивого развития. Цель 4: Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех (цели приняты Генеральной Ассамблеей ООН 25.10.2015 г.). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/education/> (дата обращения: 20.08.2024 г.)

³ Козырева О.А. Ассистивные технологии в инклюзивном образовании: учебное пособие для вузов. 2-е изд. М.: Юрайт, 2024. 118 с.

Проблематика настоящего исследования задана в поле нормативно-правовых актов Российской Федерации, характеризующих цифровые тенденции отечественной науки и высшего образования:

- Цифровая модернизация системы высшего образования обоснована на уровне Правительства Российской Федерации в рамках Концепции технологического развития на период до 2030 г.⁴ В Концепции отмечается, что при высоком уровне базового физико-математического образования в стране наблюдается дефицит кадров инженерных и естественнонаучных специальностей.
- Развитие естественно-технического профиля в синтезе с созданием наукоемких и сквозных технологий является приоритетным национальным направлением Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, где фундаментальная наука занимает ключевое место в «...подготовке научно-технологического сектора страны к новым большим вызовам...»⁵.

Таким образом, в условиях наблюдаемой сегодня шестой «информационной революции» [4] цифровая грамотность задает один из направляющих векторов современного профессионального развития студента и, как следствие, обуславливает метаморфозы системы высшего образования в формировании у обучающихся цифровых компетенций и навыков, так как «...без цифровых технологий приобретаемые... знания и навыки вряд ли будут столь же актуальными»⁶.

Методология. Дизайн исследования разработан на анализе совокупности эмпирических данных с целью апробации внешней валидности существующих в высшей школе подходов к обучению информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки. Структура описания результатов исследования основывается на следующих методах.

Количественные методы статистического и экономического анализа, определяющие выборку вузов в предметном рейтинге QS WUR by Subject: Physics & Astronomy⁷ для обобщения международного опыта организации образовательного процесса в плоскости проблематики исследования.

⁴ Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года»). Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 г. № 1315-р (редакция от 21.10.2024 г.). https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_447895/ (дата обращения: 21.08.2024 г.)

⁵ О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента РФ от 28.02.2024 г. № 145. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_470973/ (дата обращения: 21.08.2024 г.)

⁶ Всемирный доклад по мониторингу образования (резюме): Технологии в образовании: на чьих условиях? / ЮНЕСКО. Париж, 2023. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_rus/PDF/386147rus.pdf.multi (дата обращения: 20.08.2024)

⁷ QS World University Rankings by Subject 2024: Physics & Astronomy // QS Topuniversities.com. <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/physics-astronomy> (дата обращения: 20.08.2024 г.)

Качественные методы сбора и анализа данных. Систематизируется отечественный и международный опыт высших учебных заведений в части реализации цифровой компоненты подготовки студентов относительно следующей выборки образовательных программ бакалавриата и специалитета: «Astrophysics» (Harvard University), «Physics» (University of Oxford, Stanford University, Massachusetts Institute of Technology), общая программа подготовки «Natural Sciences» (University of Cambridge), программы 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика» и 03.05.01. «Астрономия» (МГУ им. М.В. Ломоносова), 03.03.01 «Прикладные математика и физика» (МФТИ, НИЯУ МИФИ, НГУ), 03.03.02 «Физика» (НГУ).

Результаты и обсуждение. Перечень укрупненных групп специальностей и направлений подготовки высшего образования, входящих в состав физико-математических наук, в соответствии с приказом Минобрнауки России от 04.03.2022 г. № 197, составляют три наименования областей образования математического профиля («Математика и механика», «Статистика», «Фундаментальная математика и механика») и четыре наименования областей образования фундаментального профиля («Физика», «Радиофизика», «Астрономия», «Фундаментальная и прикладная физика»)⁸. Так как математический аппарат является функциональным инструментом физико-математического профиля, выборку областей образования относительно проблематики исследования целесообразно определить в части фундаментальной составляющей рассматриваемого перечня.

Целевая группа высших учебных заведений, относительно которой систематизирован международный опыт обучения студентов информационным технологиям, сформирована по результатам предметного рейтинга QS WUR by Subject: Physics & Astronomy с учетом рейтинговых линий тренда в период с 2021 по 2024 г. (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная динамика позиций университетов в предметном рейтинге QS WUR by Subject: Physics & Astronomy в период с 2021 по 2024 г.

Высшее учебное заведение	Страна	Общая оценка			
		2021	2022	2023	2024
Массачусетский технологический институт	Соединенные Штаты Америки	98,5	98,7	97,9	97,8
Гарвардский университет		97,1	96,9	97,0	96,7
Стэнфордский университет		97,5	96,4	94,8	94,7
Оксфордский университет	Соединенное Королевство	95,2	94,8	94,9	95,7
Кембриджский университет		95,9	95,9	94,5	94,5

⁸ Об установлении соответствий специальностей и направлений подготовки высшего образования по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам ординатуры и программам ассистентуры-стажировки... Приказ Минобрнауки России от 4.03.2022 г. № 197 (редакция от 2.08.2024 г.). https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413820/ (дата обращения: 22.08.2024 г.)

Окончание табл. 1

Высшее учебное заведение	Страна	Общая оценка			
		2021	2022	2023	2024
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова	Российская Федерация	82,6	82,6	82,7	80,9
Московский физико-технический институт (МФТИ)		80,1	80,9	80,1	78,7
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»		75,9	77,2	77,4	76,1
Новосибирский государственный университет (НГУ)		75,6	75,1	72,3	71,2

Источник: составлено Д.Д. Добромировым.

Table 1

**Comparative dynamics of universities' positions in the Subject Ranking QS WUR
by Subject: Physics & Astronomy in the period from 2021 to 2024**

Higher Education Institution	Country	Overall Score			
		2021	2022	2023	2024
Massachusetts Institute of Technology	The United States of America	98.5	98.7	97.9	97.8
Harvard University		97.1	96.9	97.0	96.7
Stanford University		97.5	96.4	94.8	94.7
University of Oxford	The United Kingdom	95.2	94.8	94.9	95.7
University of Cambridge		95.9	95.9	94.5	94.5
Lomonosov Moscow State University	Russian Federation	82.6	82.6	82.7	80.9
Moscow Institute of Physics and Technology		80.1	80.9	80.1	78.7
National Research Nuclear University MEPhI		75.9	77.2	77.4	76.1
Novosibirsk State University		75.6	75.1	72.3	71.2

Source: compiled by Daniil D. Dobromirov.

Важно отметить, что в период с 2022 по 2024 г. средний показатель по рейтинговым позициям вузов Российской Федерации (ТОП4) в предметном рейтинге снизился на 48,34 % (с 233 до 346 места) при соответствующей отрицательной динамике роста среднего показателя «общая оценка», равной +24,00 % (с 62,5 до 77,5).

При подготовке сводного перечня цифровых компонент (программное обеспечение, среды разработки, языки программирования, вспомогательные цифровые решения) (табл. 2) были рассмотрены рабочие программы дисциплин, аннотации образовательных программ и курсов, учебные планы и требования к материально-технической базе по заданной группе вузов⁹.

⁹ Massachusetts Institute of Technology, Department of Physics. <https://physics.mit.edu/academic-programs/undergrads/> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Harvard University, Department of Astronomy. <https://astronomy.fas.harvard.edu/undergraduate-program> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Stanford University, Department of Applied Physics. <https://bulletin.stanford.edu/departments/APPLPHYSIC/overview> (дата обращения: 15.08.2024 г.); University of Oxford, Physics. [104](https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses/course-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Таблица 2

Компоненты, используемые при обучении студентов информационным технологиям в исследуемой группе вузов (по странам)

№	Страна	Компонента	Целевые функции использования
ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ			
1.1	Российская Федерация, Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	C++	основы программирования, математические вычисления, анализ данных
1.2		Python	
1.3		Fortran	
1.4	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	Java	статистическая обработка данных, графическая визуализация
1.5		R	
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ			
2.1	Российская Федерация, Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	MATLAB	программирование, математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, аппаратное обеспечение, интерфейсы внешних языков
2.2		LabVIEW	графическое программирование, разработка тестовых систем, анализ данных, аппаратное обеспечение, интерфейсы внешних языков
2.3		Multisim	моделирование и проектирование систем, визуализация поведения электронных систем, интерфейсы внешних языков
2.4	Российская Федерация	Origin	анализ данных, графическая визуализация
2.5		GNU Octave	математические вычисления, графическая визуализация
2.6		Wolfram Mathematica	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, машинное обучение
2.7		Nteract	создание вычислительных сред, интерактивные блокноты, интерфейсы внешних языков
2.8	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	JupyterHub	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, интерактивные блокноты, машинное обучение
2.9		Wolfram One	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, аппаратное обеспечение, машинное обучение
2.10		Java 3D API	моделирование трехмерной геометрии
ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ			
3.1	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	RStudio IDE	математические вычисления, анализ данных, графическая визуализация, аппаратное обеспечение, интерфейсы внешних языков

listing/physics (дата обращения: 15.08.2024 г.); University of Cambridge, Natural Sciences. <https://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/courses/natural-sciences-ba-hons-msci> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Образовательные стандарты (математические и естественные науки). <https://msu.ru/sveden/eduStandarts/> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Московский физико-технический институт, Институтские кафедры, центры и департаменты. <https://mipt.ru/institute-departments> (дата обращения: 15.08.2024 г.); Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Образовательные программы. <https://eis2.mephi.ru/programs?F.LIds=3&F.LIds=5&F.PrN=&F.Ys=&F.DeIds=&F.FInds=1&F.FInds=2> (дата обращения: 16.08.2024 г.); Новосибирский государственный университет, Физика. <https://education.nsu.ru/physics/> (дата обращения: 16.08.2024 г.).

Окончание табл. 2

№	Страна	Компонента	Целевые функции использования
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ (УТИЛИТЫ, МАКРОКОМАНДЫ, БИБЛИОТЕКИ)			
4.1	Российская Федерация	SageMath	математические вычисления
4.2		Gnuplot	графическая визуализация
4.3		AMS-LaTeX	анализ данных
4.4	Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки	REPL	математические вычисления, исследование поведения кода
4.5		NumPy	поддержка многомерных массивов
4.6		TensorFlow	математические вычисления, анализ данных, работа с искусственными нейронными сетями,
4.7		Keras	машинное обучение

Источники: составлено Д.Д. Добромировым.

Table 2

Components used in teaching information technology to students in the surveyed group of universities (by country)

No.	Country	Component	Target utilization functions
PROGRAMMING LANGUAGES			
1.1	Russian Federation, the United Kingdom, the United States of America	C++	fundamentals of programming, mathematical computing, data analysis
1.2		Python	
1.3		Fortran	
1.4	The United Kingdom, the United States of America	Java	statistical processing of data, graphic visualization
1.5		R	
SOFTWARE PROGRAMS			
2.1	Russian Federation, the United Kingdom, the United States of America	MATLAB	programming, mathematical computing, data analysis, graphical visualization, hardware, external language interfaces
2.2		LabVIEW	graphical programming, test system development, data analysis, hardware, external language interfaces
2.3		Multisim	systems modeling and design, visualization of electronic systems behavior, external language interfaces
2.4	Russian Federation	Origin	data analysis, graphical visualization
2.5		GNU Octave	mathematical computing, graphical visualization
2.6		Wolfram Mathematica	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, machine learning
2.7		Nntract	creating computational environments, interactive notepads, external language interfaces
2.8	The United Kingdom, the United States of America	JupyterHub	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, interactive notepads, machine learning
2.9		Wolfram One	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, hardware, machine learning
2.10		Java 3D API	modeling of three-dimensional geometry
INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT			
3.1	The United Kingdom, the United States of America	RStudio IDE	mathematical computing, data analysis, graphical visualization, hardware, external language interfaces

Table 2, ending

No.	Country	Component	Target utilization functions
SUPPORT SOLUTIONS (UTILITIES, MACRO COMMANDS, LIBRARIES)			
4.1	Russian Federation	SageMath	mathematical computing
4.2		Gnuplot	graphical visualization
4.3		AMS-LaTeX	data analysis
4.4	The United Kingdom, the United States of America	REPL	mathematical computing, code behavior research
4.5		NumPy	support for multidimensional arrays
4.6		TensorFlow	mathematical computing, data analysis, working with artificial neural networks,
4.7		Keras	machine learning

Source: compiled by Daniil D. Dobromirov.

Из представленных результатов эмпирического анализа в сравнительной плоскости исследования можно определить количественную характеристику уровня развития существующих в Российской Федерации образовательных подходов к формированию цифровых компетенций у студентов относительно международного опыта. Так, отечественные вузы в своих образовательных программах реализовывают 52,17 % от всей совокупности представленных цифровых компонент, в то время как международные вузы задействуют 73,91 %. При этом относительная доля пересечения методов обучения в исследуемой группе высших учебных заведений составляет 26,08 %, что говорит о высоком уровне диверсификации образовательных траекторий в международном образовательном пространстве в части обучения студентов физико-математических направлений подготовки информационным технологиям.

Заключение. В современном мире профессиональное развитие студентов вузов тесно связано с тем, насколько методы обучения адаптированы к технологическим условиям, что, в свою очередь, отражает уровень информатизации общества.

Выявленная совокупность цифровых решений, применяемая в процессе обучения информационным технологиям студентов физико-математических направлений подготовки, позволила систематизировать отечественный и международный опыт организации образовательных траекторий в разрезе практического развития цифровых компетенций обучающихся.

Список литературы

- [1] Семенов Ю.И. Всемирная история как единый процесс развития человечества во времени и пространстве // *Философия и общество*. 1997. № 1. С. 156–217.
- [2] Bell D. *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*. New York: Basic Books; 1973. <https://archive.org/details/comingofpostind000bell/mode/2up>
- [3] Ракитов А.И. *Информационная технология и информатизация современного общества: сводный реферат*. М.: ИНИОН РАН, 1989. 19 с.

- [4] Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. О разработке учебника «Информатизация образования» // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2005. № 4. С. 24–28.
- [5] Литвинов А.А., Мазур О.Г., Звонок Н.С. Эволюция процесса цифровой трансформации современного общества: основные концептуальные подходы // Известия Тульского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2024. Вып. 1. С. 83–93. <https://doi.org/10.24412/2071-6141-2024-1-83-93>
- [6] Агранович М.Л. Индикаторы достижения целей устойчивого развития в сфере образования и национальная образовательная политика // Вопросы образования. 2017. № 4. С. 242–264.

References

- [1] Semenov YuI. World history as a single process of human development in time and space. *Philosophy and Society*. 1997;1:156–217. (In Russ.)
- [2] Bell D. *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*. New York: Basic books; 1973. <https://archive.org/details/comingofpostind000bell/mode/2up>
- [3] Rakitov AI. *Information technology and informatization of modern society: correlated abstract*. Moscow: INION of Russian Academy of Sciences; 1989. (In Russ.)
- [4] Grigoriev SG, Grinshkun VV. On the development of the textbook “Informatization of Education”. *Vestnik of Moscow City University. Series: Informatics and Informatization of Education*. 2005;4:24–28. (In Russ.)
- [5] Litvinov AA, Mazur OG, Zvonok NS. Evolution of the process of digital transformation of modern society: main conceptual approaches. *Izvestiya Tula State University. Series: Human Sciences*. 2024;1:83–93. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2071-6141-2024-1-83-93>
- [6] Agranovich ML. Achievement indicators for sustainable development goals in education and national education policies. *Educational Studies Moscow*. 2017;4:242–264. (In Russ.)

Сведения об авторе:

Добромиров Даниил Денисович, специалист, центр сравнительного и международного образования, учебно-научный институт сравнительной образовательной политики, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0000-0001-7981-8873. E-mail: dobromirov_dd@pfur.ru

Bio note:

Daniil D. Dobromirov, Specialist, Center for Comparative and International Education, Educational and Scientific Institute of Comparative Educational Policy, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-7981-8873. E-mail: dobromirov_dd@pfur.ru