



ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ TEACHING COMPUTER SCIENCE

DOI: 10.22363/2312-8631-2024-21-4-448-464

EDN: SJSRYC

УДК 372.8

Научная статья / Research article

Проектирование траекторий вариативного обучения основам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики с учетом возможностей проектно-исследовательской и внеурочной деятельности

С.Д. Каракозов , Н.Н. Самылкина  *Московский педагогический государственный университет, Москва,**Российская Федерация* nsamylkina@yandex.ru

Аннотация. *Постановка проблемы.* Обязательное изучение основ искусственного интеллекта и анализа данных в общеобразовательном курсе информатики является существенным нововведением, требующим корректировки методической системы обучения информатике в школе. В статье представлены результаты исследования по проблеме проектирования траекторий вариативного обучения основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики основного общего и среднего общего образования в соответствии с требованиями обновленного ФГОС общего образования на основе актуальных методологических подходов с учетом возможностей проектно-исследовательской и внеурочной деятельности. *Методология.* Использовались теоретические методы исследования: анализ научных публикаций по тематике искусственного интеллекта и анализа данных, анализ и сравнение материалов зарубежных образовательных стандартов различных уровней образования, обзор отечественных практик внедрения результатов педагогических исследований по методике обучения информатике с опорой на интегративный методологический подход. *Результаты.* На основе предложенных компонентов методики обучения основам искусственного интеллекта и анализа данных показаны возможности проектирования различных траекторий обучения в соответствии с персональными запросами участников образовательных отношений, а также для рационального использования ресурсов информационной образовательной среды организации при реализации основных образовательных программ общего образования. *Заключение.* Проектирование траекторий вариативного обучения основам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики с учетом возможностей

© Каракозов С.Д., Самылкина Н.Н., 2024

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

проектно-исследовательской и внеурочной деятельности позволяет оптимизировать потребности обучающихся и ресурсы образовательной организации.

Ключевые слова: персональные траектории обучения, искусственный интеллект, анализ данных, методика вариативного обучения основам искусственного интеллекта, интегративный подход, обновленный ФГОС общего образования

Вклад авторов. Авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности и финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации по теме № 124052100092-0 «Вариативное обучение основам искусственного интеллекта в общем образовании на основе интегративного подхода».

История статьи: поступила в редакцию 27 мая 2024 г.; доработана после рецензирования 8 июля 2024 г.; принята к публикации 30 июля 2024 г.

Для цитирования: Каркозов С.Д., Самылкина Н.Н. Проектирование траекторий вариативного обучения основам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики с учетом возможностей проектно-исследовательской и внеурочной деятельности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2024. Т. 21. № 4. С. 448–464. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2024-21-4-448-464>

Designing the trajectories of variant teaching of the basics of artificial intelligence in the school course of computer science taking into account the possibilities of project-research and extracurricular activities

Sergey D. Karakozov^{ID}, Nadezhda N. Samylkina^{ID}✉

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

✉ nsamylkina@yandex.ru

Abstract. Problem statement. The mandatory study of the basics of artificial intelligence and data analysis in general education course of informatics is a significant innovation that requires adjusting methodological system of teaching informatics at school. The article presents the results of research on the problem of designing trajectories of variant teaching of the basics of artificial intelligence and data analysis in the course of computer science of basic general and secondary general education in accordance with the requirements of the updated FSES of general education on the basis of current methodological approaches, taking into account the possibilities of project-research and extracurricular activities. **Methodology.** Theoretical methods of research were used: analysis of scientific publications on the subject of artificial intelligence and data analysis, analysis and comparison of materials of foreign educational standards of different levels of education, review of domestic practices of implementation of the results of pedagogical research on the methodology of teaching

computer science on the basis of integrative methodological approach. *Results*. On the basis of the proposed components of the methodology of teaching artificial intelligence basics and data analysis, the possibilities of designing different learning trajectories in accordance with personal requests of participants of educational relations, as well as for the rational use of resources of the information educational environment of the organization in the implementation of basic educational programs of general education are shown. *Conclusion*. Designing trajectories of variant teaching of the basics of artificial intelligence in the school course of computer science, taking into account the possibilities of project-research and extracurricular activities, allows to optimize needs of students and resources of educational organizations.

Key words: personal learning trajectories, artificial intelligence, data analysis, methodology of variant training in the basics of artificial intelligence, integrative approach, updated FSES of general education

Author's contribution. The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements and Fundidng. The research was carried out within the framework of the state assignment of Ministry of Education of Russian Federation on the theme No. 124052100092-0 “Variant teaching of the basics of artificial intelligence in general education through an intergrative approach”.

Article history: received 27 May 2024; revised 8 July 2024; accepted 30 July 2024.

For citation: Karakozov SD, Samylkina NN. Designing the trajectories of variant teaching of the basics of artificial intelligence in the school course of computer science taking into account the possibilities of project-research and extracurricular activities. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2024;21(4):448–464. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2024-21-4-448-464>

Постановка проблемы. В обновленных Федеральных государственных образовательных стандартах основного общего образования (ФГОС ООО) и среднего общего образования (ФГОС СОО) представлена тематика искусственного интеллекта (ИИ) и анализа данных в содержании и предметных образовательных результатах по информатике. Успешно проводятся олимпиады для школьников по ИИ, соревнования по интеллектуальной робототехнике. Созданы нормативные и правовые условия для реализации вариативных образовательных траекторий изучения актуальных технологических трендов. Вместе с тем, существенно запаздывает разработка и внедрение в образовательную практику научно-методического обеспечения, позволяющего комплексно изучать тематику ИИ в общеобразовательном курсе информатики, учитывая различные потребности и возможности обучающихся, а также цифровой образовательной среды школы.

ФГОС ООО обеспечивает: «вариативность содержания образовательных программ основного общего образования, возможность формирования программ основного общего образования различного уровня

сложности и направленности с учетом образовательных потребностей и способностей обучающихся...»¹. В нормативном обеспечении реализации дифференцированного обучения в общем образовании используется понятие «вариативность» – возможность выбора вариантов образовательных программ, образовательных услуг для построения индивидуальной образовательной траектории каждого обучающегося. Использование понятий «вариативность» и «образовательная траектория» в нормативных документах разного уровня позволяет наиболее полно раскрыть возможности для выбора субъектов образовательных отношений и, таким образом, реализовать персонализированное обучение, характеризующее цифровую трансформацию в образовании.

Нормативное обеспечение вариативного обучения основам ИИ в школьном курсе информатики следует рассматривать с опорой на последние законодательные изменения. Прежде всего, это изменения от 24 сентября 2022 г., внесенные в часть 6.2 статьи 12 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», согласно которым разрешено перераспределять время «на изучение учебных предметов, по которым не проводится государственная итоговая аттестация, в пользу изучения иных учебных предметов, в том числе на организацию углубленного изучения отдельных учебных предметов и профильное обучение»². Это позволяет увеличить время на проектную деятельность по новой тематике, ввести дополнительные учебные курсы по выбору участников образовательных отношений за счет вариативной части учебного плана, а также расширить тематику внеурочной деятельности.

Выбор образовательной траектории для классов или групп учащихся в основном общем образовании реализуется за счет возможности изучать нужные предметы на разных уровнях: базовом и углубленном. Именно на углубленном уровне изучения информатики происходят серьезные содержательные изменения курса информатики, связанные с включением новой темы. Большие данные и ИИ вошли в содержание курса информатики среднего общего образования двумя способами: как средства обучения в цифровой образовательной среде и как самостоятельные темы информатики [1, с. 179].

Вместе с тем, процесс предварительного рассмотрения вопросов ИИ был запущен в основном общем образовании. Как правило, выполнение групповых проектов по информатике в основном общем образовании как раз выходит на актуальные темы по ИИ и опережает по времени

¹ Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования. Приказ Министерства просвещения РФ от 31.05.2021 г. № 287 (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/401433920/?ysclid=Iz2iv3jbu3567647981> (дата обращения: 26.07.2024 г.)

² Об образовании в Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (последняя редакция). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/?ysclid=Iz2i5wr9kp673032104 (дата обращения: 26.07.2024 г.)

изучение этих тем в основном курсе. Внеурочная деятельность, состоящая преимущественно из практических занятий, позволяет учащимся сделать пробные шаги в интересующем направлении отрасли информационных технологий или науке. Через внеурочную деятельность также реализуется подготовка к олимпиадам. Как в проектной, так и во внеурочной деятельности важную роль играет возможность самореализации учащихся посредством участия в разных профильных олимпиадах по информатике (ВсОШ), вузовских олимпиадах для школьников по искусственному интеллекту (РСОШ) [2]. При этом серьезно повышаются навыки программирования учащихся.

Появляется все больше исследований о возможностях ИИ и его алгоритмов [3–6], а также о применении анализа больших данных в различных профессиональных областях [7–9]. Однако, отбор и подготовка тематического контента для общего образования все еще представляют определенные трудности, в большинстве своем связанные с возрастом, а следовательно, наличием математической подготовки и навыков программирования у обучающихся [1, с. 180]. Вместе с тем, основное внимание при отборе тематического контента стоит уделить интегративным возможностям информатики, которые проявляются в прикладном использовании математических и программистских основ, в специфике изучаемого профессионального языка программирования Python совместно с технологиями ИИ в старшей школе, а также в полноценной реализации на практике возможностей компьютерного моделирования [10; 11].

Основы ИИ и анализа данных как самостоятельные темы курса информатики представлены в содержании двух разделов программы по информатике углубленного уровня «Теоретические основы информатики» и «Информационные технологии», следовательно, они интегрированы с другими темами этих разделов, а также представлены в описании предметных результатов по разделам, т. е. выходят на внешний контроль. Предметные результаты по основам ИИ на углубленном уровне в обновленном ФГОС СОО рассчитаны на умения решать реальные задачи этой области, так же, как и в образовательных стандартах многих зарубежных стран [12–16]. Постепенное увеличение практики для решения задач по тематике ИИ и анализа данных возможно за счет выполнения индивидуальных проектов и олимпиадной подготовки учащихся.

Таким образом, можно констатировать готовность образовательных организаций к реализации вариативных образовательных траекторий обучающихся, ориентированных на разные направления специализации в области информационных технологий, самыми актуальными из которых являются ИИ и анализ данных.

Цель исследования – разработка научно-методического обеспечения вариативного обучения основам ИИ в курсе информатики, во внеуроч-

ной и проектно-исследовательской деятельности обучающихся основного общего и среднего общего образования на основе интегративного методологического подхода в соответствии с требованиями обновленного ФГОС ОО.

Методология. Для разработки методической системы обучения основам ИИ и анализа данных в курсе информатики основного общего и среднего общего образования использовались теоретические и эмпирические методы исследования. Был проведен анализ научных публикаций по тематике ИИ, анализ и сравнение материалов зарубежных образовательных стандартов различных уровней образования, обзор отечественных практик внедрения результатов педагогических исследований по методике обучения информатике на основе интегративного методологического подхода. Опираясь на положения концепции методической системы углубленного обучения информатике на основе интегративного подхода [1] и методику обучения основам ИИ [10], были выделены и обоснованы компоненты методики обучения основам ИИ и анализа данных в курсе информатики основного общего и среднего общего образования как предметных образовательных уровней. Интегративный методологический подход, являясь концептуальной основой методики вариативного обучения основам ИИ и анализа данных, формируется из наиболее важных положений следующих подходов: системно-деятельностного, компетентностного, антропологического и аксиологического, каждый из которых оказывает определенное влияние на остальные компоненты методики.

Таким образом, разработанная методика вариативного обучения основам ИИ и анализа данных в курсе информатики основного общего и среднего общего образования состоит из следующих компонентов:

- *интегративный методологический подход (основа для выбора концепции и реализации методики);*
- *целевой компонент (интегративная деятельностная основа содержания обучения и планируемых образовательных результатов);*
- *содержательный компонент (инвариантная и вариативная составляющая);*
- *процессуальный компонент (современные методы, средства и формы обучения, новые образовательные технологии);*
- *система оценивания образовательных результатов (в соответствии с подходами обновленного ФГОС ОО).*

Структура и состав методики вариативного обучения основам ИИ и анализа данных представлена на рис. 1.

Предлагаемая структура и состав методики обучения основам ИИ и анализа данных в курсе информатики позволяют спроектировать необходимое количество траекторий обучения для реализации в учебных планах образовательных организаций.



Рис. 1. Схема методики вариативного обучения основам ИИ и анализа данных
 Источник: создано С.Д. Каракозовым, Н.Н. Самылкиной.

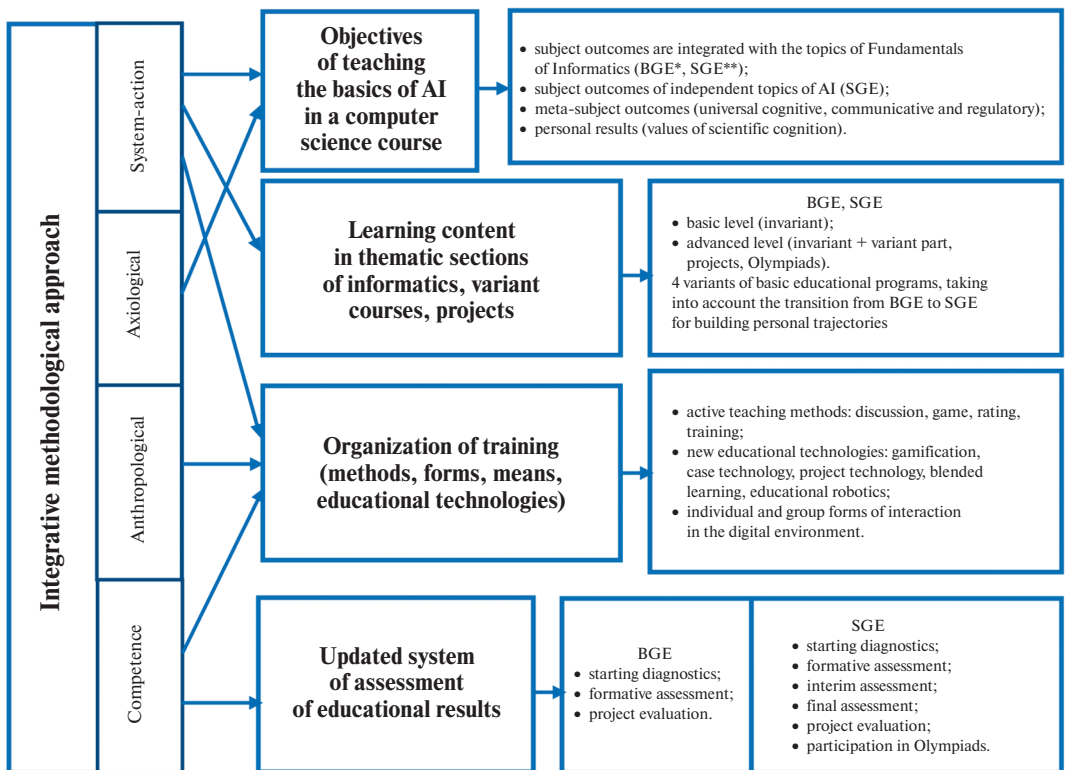


Figure 1. Scheme of methodology of variant training in the basics of AI and data analysis
 Note: *BGE – basic general education, **SGE – secondary general education.
 Source: created by Sergey D. Karakozov, Nadezhda N. Samylkina.

Результаты и обсуждение. Курс информатики обязателен в 7–9 классах, и его можно изучать на базовом или углубленном уровне. По структуре и последовательности изучения курса он синхронизирован на обоих уровнях. Это означает, что второй час информатики из вариативной части учебного плана на углубленном уровне позволяет отработать изучаемую тему на большем количестве заданий и практических работ. Учащиеся именно так выходят на функциональный уровень усвоения материала, в отличие от уровня понимания и представлений, обеспечивающего базовый уровень. Содержательная часть тематики ИИ только незначительно расширяет фундаментальный материал курса информатики в отношении обсуждения дополнительных понятий, связанных с ними видов деятельности, относящихся к ИИ, и использования в жизни и образовании новых технологических инструментов, реализованных в виде специализированного ПО. Углубленный и базовый уровни изучения информатики в части освоения основ ИИ отличаются лишь вариативной частью учебного плана, в которой возможны: реализация проектной деятельности по тематике ИИ, систематическая подготовка к олимпиадам по ИИ, а также робототехническая подготовка для последующих занятий интеллектуальной робототехникой.

При переходе с основного общего образования (ООО) на уровень среднего общего образования (СОО) необходимо выбрать профиль обучения, который и определяет уровень изучения информатики – базовый или углубленный. Вся старшая школа профильная. Базовый уровень изучения информатики обеспечивают профили: гуманитарный, общеобразовательный, социально-экономический, естественнонаучный. С возможностью создания предпрофессиональных классов стала очевидна недостаточность одночасового курса информатики в старшей школе, поэтому из вариативной части учебного плана выделяется второй час на информатику базового уровня. Здесь же за счет вариативной части учебного плана возможны дополнительные активности в виде освоения прикладного программного обеспечения и использования его в дальнейшем в межпредметных проектах.

Изучение информатики на базовом или углубленном уровне в основной школе не оказывает значительного влияния на выбор профиля обучения в старшей школе, если он не связан в будущем с ИТ-отраслью. Технологический профиль предполагает выбор профессиональной ИТ-траектории для получения будущей профессии в ИТ-отрасли; здесь информатика изучается на углубленном уровне по 4 ч в неделю. Это не предел, поскольку школа может предложить различные специализированные курсы: один или несколько курсов из вариативной части учебного плана, в том числе связанный с олимпиадной подготовкой по ИИ, проектная деятельность по тематике ИИ, а также курсы в рамках предпрофессиональной подготовки. Какой-либо программный продукт может изучаться в предпрофессиональном модуле в качестве инструмента для работы, дополнительная робототехническая подготовка может быть очень разнообразной, поскольку базируется на имеющихся в школах различных платформах.

Рассмотрим возможные траектории освоения вопросов ИИ в курсе информатики на базовом уровне. Обязательная часть (инвариант) осваивается в рамках основного содержания информатики с дополнением контента по ИИ там, где это целесообразно и возможно сделать. В виде дополнения к изучаемым темам приводятся примеры из жизни и профессиональных сфер деятельности, при этом используются новые понятия по тематике ИИ, а также выполняются небольшие практические упражнения на освоение повседневных интеллектуальных сервисов.



Рис. 2. Состав обязательной и вариативной частей учебного плана при изучении ИИ на базовом уровне

Источник: создано С.Д. Каракозовым, Н.Н. Самылкиной.

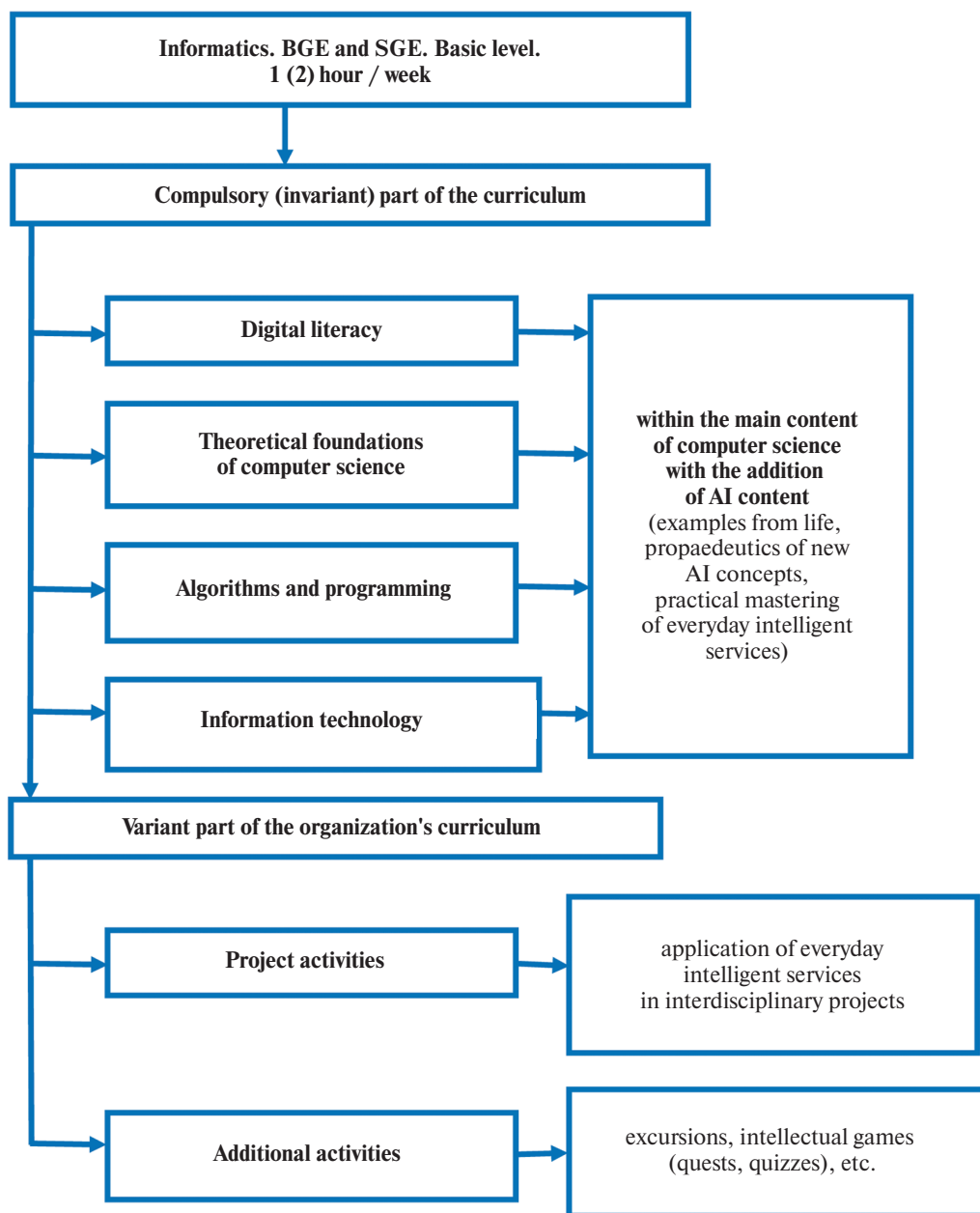


Figure 2. Composition of compulsory and variable parts of the curriculum when studying AI at the basic level

Source: created by Sergey D. Karakozov, Nadezhda N. Samylkina.

Вариативная часть учебного плана при изучении вопросов ИИ в курсе информатики представлена традиционно обязательной проектной деятельностью и всевозможными дополнительными активностями.

Данный состав обязательной и вариативной частей учебного плана реализуется как в основном общем, так и в среднем общем образовании независимо от выбранного профиля обучения (кроме технологического). Образовательная организация может предложить для изучения информа-

тики базового уровня восемь различных траекторий, реализованных в учебных планах (4 – для одночасового изучения и 4 – для расширенного двухчасового изучения информатики на уровне СОО). Это не зависит от того, как изучалась информатика в ООО – на базовом или углубленном уровне (1 или 2 ч в неделю). Сюда не входит обучение по адаптированным образовательным программам, так как оно реализуется в индивидуальном формате.

Для углубленного изучения информатики в общем образовании несколько более объемным будет тематический контент для обязательной составляющей в рамках тематических разделов информатики и более разнообразной вариативная часть. Предполагается, что в большинстве своем обучающиеся продолжат изучение информатики в старшей школе на углубленном уровне в технологическом профиле или предпрофессиональном классе. Вариант перехода с углубленного уровня основной школы на базовый уровень старшей школы учтен выше при формировании траекторий базового уровня изучения информатики.

В рамках основного содержания информатики с дополнением контента по ИИ на углубленном уровне приводятся примеры использования ИИ в профессиях, изучаются новые понятия и их взаимосвязь, рассматривается история возникновения и развития различных направлений ИИ. Большое внимание уделяется практическому освоению и осознанному применению повседневных интеллектуальных сервисов, а также решению задач ИИ и анализа больших данных с привлечением свободных дата-сетов.

Схематично состав и взаимосвязи частей учебного плана можно представить в виде рис. 3.

Углубленный уровень изучения информатики предполагает включение в вариативную часть учебного плана более широкой тематики проектной деятельности или изучаемых курсов, поскольку тематика ИИ выходит на внешний контроль, т. е. представлена в предметных и метапредметных результатах освоения основной образовательной программы СОО).

Проектная деятельность, помимо применения повседневных интеллектуальных сервисов в междисциплинарных проектах, ориентирована и на учебные исследования по тематике ИИ для увлеченных обучающихся. Она может быть поддержана курсами по выбору, где осваиваются программы или приложения для генерации текстового / графического контента, переводчиков, создания чат-ботов. Для инженерных классов происходит переход на интеллектуальную робототехнику. Эти занятия позволяют принимать участие в конкурсах и соревнованиях, расширяют кругозор и формируют мировоззрение учащихся. Увлеченные обучающиеся не оставляют без внимания любые дополнительные активности по современной тематике. У учащихся также пользуются популярностью олимпиады школьников по ИИ, требующие специальной подготовки.



Рис. 3. Состав обязательной и вариативной частей учебного плана при изучении ИИ в курсе информатики на углубленном уровне

Источник: создано С.Д. Каракозовым, Н.Н. Самылкиной.

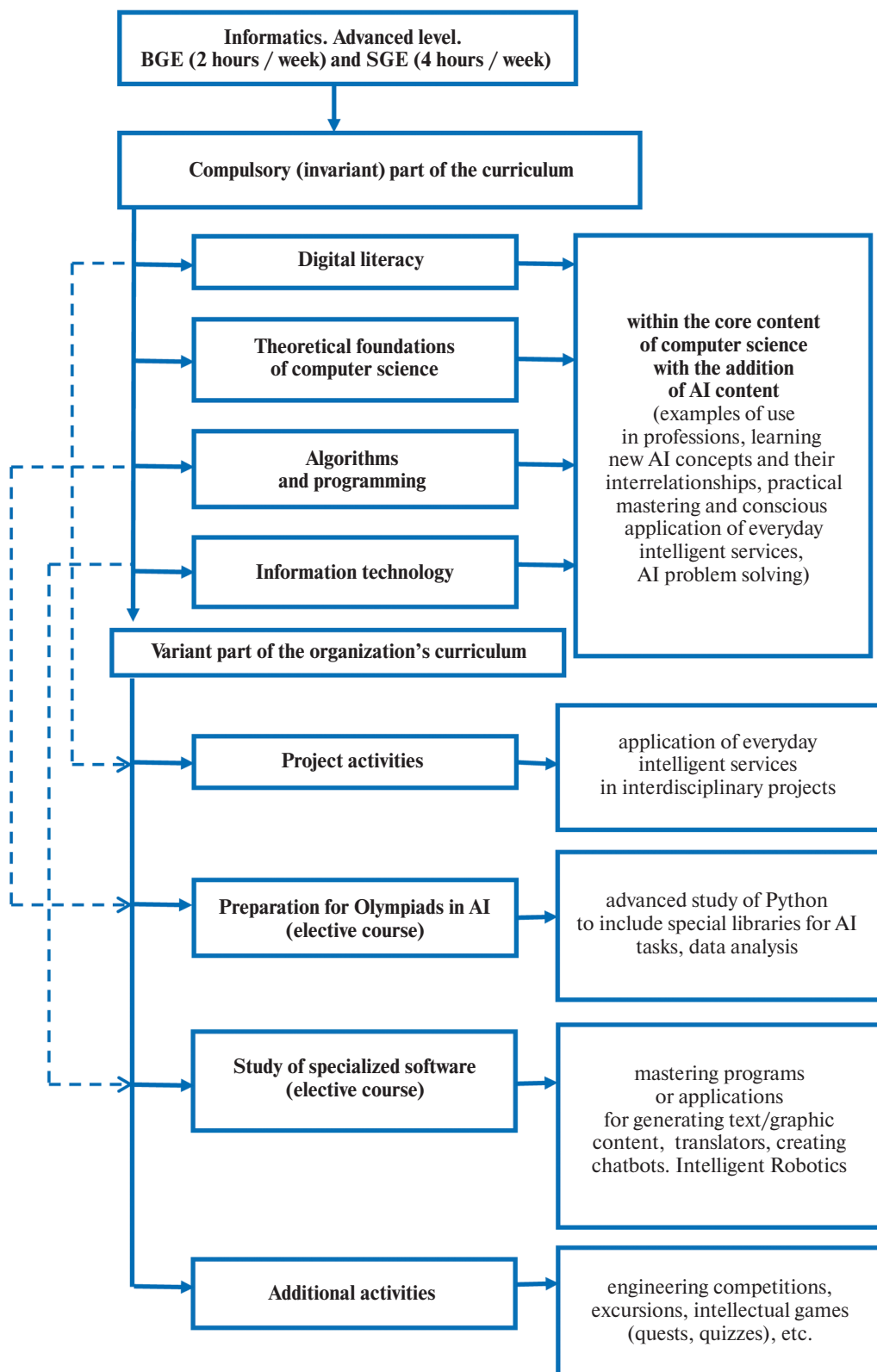


Figure 3. Composition of compulsory and variable parts of the curriculum when studying AI in the course of computer science at the advanced level

Source: created by Sergey D. Karakozov, Nadezhda N. Samylkina.

Образовательная организация может предложить курсы для подготовки к олимпиадам по ИИ, начиная с основной школы, где предусмотрено расширенное изучение Python с включением специальных библиотек для решения задач ИИ и анализа данных.

Образовательная организация может предложить для изучения информатики углубленного уровня четыре различных траектории, реализованных в учебных планах. Первые две траектории связаны с переходом обучающихся с ООУ на СОО (с одночасового базового уровня и двухчасового углубленного уровня). Другие две траектории связаны с выбором и реализацией дополнительных курсов по выбору участников образовательных отношений для подготовки к олимпиадам по ИИ либо с отсутствием такой подготовки, если олимпиады по ИИ не включены в календарь соревнований школы. Именно для такой подготовки к олимпиадам требуется учитывать имеющиеся часы учебного плана, часто ограниченные. Изучение специализированного ПО и дополнительные активности вполне можно реализовывать в рамках часов на информатику и проектную деятельность, которые являются обязательными и должны быть включены в учебный план.

Таким образом, при разработке основной образовательной программы общего образования организации могут предложить к реализации 12 траекторий вариативного обучения основам ИИ в школьном курсе информатики с учетом возможностей проектно-исследовательской и внеурочной деятельности. При реализации непрерывного курса информатики, охватывающего 5–6 классы ООУ, количество возможных траекторий увеличивается до 14 (с учетом одночасового или двухчасового курсов информатики в 5–6 классах, за счет часов вариативной части учебного плана).

Апробация разработанного тематического контента для ООУ и СОО проходила на занятиях, проводимых в стенах Института математики и информатики МПГУ с обучающимися московских школ, участвующих в проектах «ИТ-вертикаль» и «ИТ-класс».

Заключение. Предлагаемая структура и состав методики обучения основам ИИ и анализа данных в общеобразовательном курсе информатики позволяет построить различные варианты программ, учитывающие переходы обучающихся с ООУ в СОО и спроектировать необходимое количество траекторий обучения в соответствии с персональными запросами участников образовательных отношений, а также рационально использовать компоненты информационной образовательной среды организации при реализации основных образовательных программ общего образования.

Список литературы

- [1] Самылкина Н.Н. Организация углубленного обучения информатике на основе интегративного подхода: монография. М.: МПГУ, 2020. 346 с.

- [2] Григорьев С.Г., Калинин И.А., Самылкина Н.Н. Система заданий для первой все-российской олимпиады школьников по искусственному интеллекту. *Информатика и образование*. 2022. Т. 37. № 3. С. 12–20. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-3-12-20>
- [3] Roy D., Dutta M. A systematic review and research perspective on recommender systems // *Journal of Big Data*. 2022. No. 9. <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00592-5>
- [4] He Q., Li X., Cai B. Graph neural network recommendation algorithm based on improved dual tower model // *Scientific Reports*. 2024. No. 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54376-3>
- [5] Брусард М. Искусственный интеллект: пределы возможного / пер. с англ. Е. Арье. М.: Альпина нон-фикшн, 2020. 362 с.
- [6] Корнев М.С. История понятия «большие данные» (Big Data): словари, научная и деловая периодика // *Вестник РГГУ. Серия: История. Филология. Культурология. Востоковедение*. 2018. № 1 (34). С. 81–85. <https://doi.org/10.28995/2073-6355-2018-1-81-85>
- [7] Салий В.В., Кухаренко Л.В., Ищенко О.В. Цифровая трансформация экономики и внедрение хранилищ данных на основе больших данных в инфраструктуру компании // *Вестник Академии знаний*. 2021. № 3 (44). С. 208–214. <https://doi.org/10.24412/2304-6139-2021-11240>
- [8] Менищikov А.А., Перфильев В.Э., Федосенко М.Ю., Фабзиев И.Р. Основные проблемы использования больших данных в современных информационных системах // *Столыпинский вестник*. 2022. № 1. С. 316–329.
- [9] Егоров В.Б. Некоторые вопросы программного определения центров обработки данных // *Системы и средства информатики*. 2020. Т. 30. Вып. 2. С. 103–112. <https://doi.org/10.14357/08696527200210>
- [10] Самылкина Н.Н., Салахова А.А. Обучение основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования: монография. М.: МПГУ, 2022. 228 с. <https://doi.org/10.31862/9785426310643>
- [11] Левченко И.В., Садыкова А.Р., Меренкова П.А. Модель вариативного обучения учащихся основной школы в области искусственного интеллекта // *Информатика и образование*. 2024. Т. 39. № 2. С. 16–24. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24>
- [12] Lee S.J., Kwon K. A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023. Topics, strategies, and learning outcomes // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 6. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>
- [13] Hazzan O., Ragonis N., Lapidot T. Data science and computer science education // *Guide to teaching computer science: An activity-based approach*. 3rd ed. Springer, 2020. P. 95–117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39360-1_6
- [14] Foundations of data science for students in grades K–12: Proceedings of a workshop. Washington: National Academies Press, 2023. 152 p. <https://doi.org/10.17226/26852>
- [15] Israel-Fishelson R., Moon P.F., Tabak R., Weintrop D. Preparing students to meet their data: an evaluation of K-12 data science tools // *Behaviour & Information Technology*. 2023. P. 1–20. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2295956>
- [16] Ткач Т.В. Машинное обучение и обработка больших данных в условиях современной школы // *Информатика в школе*. 2020. № 7 (160). С. 25–29. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-7-25-29>

References

- [1] Samylkina NN. *Organization of advanced training in informatics on the basis of integrative approach: monograph*. Moscow: Moscow Pedagogical State University; 2020. (In Russ.)

- [2] Grigoriev SG, Kalinin IA, Samylkina NN. The task system for the first All-Russian Olympiad in artificial intelligence for schoolchildren. *Informatics and Education*. 2022;37(3):12–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-3-12-20>
- [3] Roy D, Dutta M. A systematic review and research perspective on recommender systems. *Journal of Big Data*. 2022;9. <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00592-5>
- [4] He Q, Li X, Cai B. Graph neural network recommendation algorithm based on improved dual tower model. *Scientific Reports*. 2024;14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54376-3>
- [5] Broussard M. *Artificial intelligence: limits of the possible*. Trans. from English by Arye E. Moscow: Alpina non-fiction; 2020. (In Russ.)
- [6] Kornev MS. History of Big Data: dictionaries, scientific and business periodicals. *Bulletin of Russian State University for Humanities. Series: History. Philology. Cultural Studies. Oriental Studies*. 2018;1(34):81–85. (In Russ.) <https://doi.org/10.28995/2073-6355-2018-1-81-85>
- [7] Salij VV, Kuharenko LV, Ishchenko OV. Digital transformation of the economy and implementation of big data storage in company infrastructure. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2021;3(44):208–214. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2304-6139-2021-11240>
- [8] Menshchikov AA, Perfilyev VE, Fedosenko MYu, Fabziev IR. The main problems of using Big Data in modern information systems. *Stolypin's Bulletin*. 2022;1:316–329. (In Russ.)
- [9] Egorov VB. Some issues of software-defined datacenters. *Systems and Means of Informatics*. 2020;30(2):103–112. (In Russ.) <https://doi.org/10.14357/08696527200210>
- [10] Samylkina NN, Salakhova AA. *Teaching the basics of artificial intelligence and data analysis in the course of computer science at the level of secondary general education: monograph*. Moscow: Moscow Pedagogical State University; 2022. (In Russ.) <https://doi.org/10.31862/9785426310643>
- [11] Levchenko IV, Sadykova AR, Merenkova PA. A model of variant teaching for basic school students in the field of artificial intelligence. *Informatics and Education*. 2024;39(2):16–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24>
- [12] Lee SJ, Kwon K. A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023. Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024;6. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>
- [13] Hazzan O, Ragonis N, Lapidot T. Data science and computer science education. In: *Guide to teaching computer science: An activity-based approach*. 3rd ed. Springer; 2020. p. 95–117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39360-1_6
- [14] *Foundations of data science for students in grades K-12: Proceedings of a workshop*. Washington: National Academies Press; 2023. <https://doi.org/10.17226/26852>
- [15] Israel-Fishelson R, Moon PF, Tabak R, Weintrop D. Preparing students to meet their data: an evaluation of K-12 data science tools. *Behaviour & Information Technology*. 2023;1–20. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2295956>
- [16] Tkach TV. Machine learning and Big Data processing in a modern school. *Informatics in School*. 2020;7(160):25–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-7-25-29>

Сведения об авторах:

Каракозов Сергей Дмитриевич, доктор педагогических наук, профессор, директор Института математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, Российская Федерация, 119435, Москва, ул. Малая Пироговская, д. 1. ORCID: 0000-0001-8151-8108. SPIN-код: 7462-2637. E-mail: sd.karakozov@mpgu.su

Самылкина Надежда Николаевна, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры теории и методики обучения информатике, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, Российская Федерация, 119435, Москва, ул. Малая Пироговская, д. 1. ORCID: 0000-0003-0797-5532. SPIN-код: 5599-8846. E-mail: nsamylkina@yandex.ru

Bio notes:

Sergey D. Karakozov, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Director of the Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, 1 Malaya Pirogovskaya St, Moscow, 119435, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-8151-8108. SPIN-code: 7462-2637. E-mail: sd.karakozov@mpgu.su

Nadezhda N. Samylkina, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Theory and Methodology of Informatics Education, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, 1 Malaya Pirogovskaya St, Moscow, 119435, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-0797-5532. SPIN-code: 5599-8846. E-mail: nsamylkina@yandex.ru