

Н.А. Горбунова*, Е.А. Спирина

*Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
(*Корреспондирующий автор. E-mail: ant_nadezhda@mail.ru)**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2549-9683>¹, <https://orcid.org/0000-0001-7446-4869>²
Scopus Author ID: 57194619448¹, 57195559492²*

Формирование алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля при изучении программирования

В современных условиях цифровизации и IT-рынка необходимым условием профессиональной подготовки обучающихся информационного профиля является формирование их алгоритмической культуры. Именно алгоритмическая культура является необходимой базой в подготовке будущих IT-специалистов в области программирования. В статье рассмотрена проблема формирования алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля в системе высшего профессионального образования. Уточнена сущность понятия «алгоритмическая культура» и его содержание. Разработана технология поэтапного обучения решению вычислительных профессионально-ориентированных задач на дисциплинах программирования с целью формирования алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля, которая включает этапы: подготовительный (развитие интереса к решению типовых учебных задач профессиональной направленности, понимание роли алгоритмизации в современном программировании); теоретический (овладение алгоритмическими знаниями; понимание способов представления классических алгоритмов и структур данных на высокоуровневых языках программирования; формирование представлений о значимых этапах алгоритмической деятельности) и практический (овладение практическими умениями и навыками через решение задач базового, специального и творческого уровней). Для успешного формирования алгоритмической культуры разработана технология поэтапного обучения решению задач также предусматривает содержание деятельности преподавателя и обучающегося при изучении дисциплин программирования. При проведении данного исследования определен уровень сформированности алгоритмической культуры у обучающихся информационного направления на начальном и завершающем этапах обучения в вузе. Раскрыты критерии и показатели, позволяющие определить сформированность исследуемого качества.

Ключевые слова: подготовка IT-специалистов, алгоритмизация, алгоритмическая культура, алгоритмический стиль мышления, программирование, разноуровневые задачи, технология, обучение решению задач.

Введение

В соответствии с «Государственной программой развития образования и науки Республики Казахстан на 2020–2025 годы» [1] подготовка конкурентоспособных специалистов информационного профиля с высоким уровнем культуры мышления становится стратегическим направлением в условиях модернизации высшего образования. Алгоритмическая культура будущего IT-специалиста является базовой составляющей его общей культуры, которая позволяет коммуницировать в современном информационном обществе.

Значительный вклад в исследование проблемы формирования алгоритмической культуры внесли зарубежные ученые S.I. Malik, M. Shakir, A. Eldow, M.W. Ashfaq [2], F. Tracy, P. Carmichael [3], N. Pak, T. Stepanova, I. Bazhenova, I. Gavrilova [4] и другие. Так, по мнению D. Surowik [5], алгоритмическая культура обучающегося имеет своей отличительной особенностью наличие интегративных свойств, которые развивают универсальные качества IT-специалиста, от уровня алгоритмической культуры зависит качество принимаемых решений.

P. Dourish [6] считает, что алгоритмическая культура мышления и стратегии решения проблем являются основными принципами компьютерной науки; обучение программированию должно отражать это и подчеркивать различные аспекты этих принципов, а не синтаксические детали конкретного языка программирования. Автор определил три основных аспекта алгоритмической культуры в качестве целей учебной программы по обучению программированию: понятие формального языка для выражения алгоритмов, абстрагирование и автоматизация для переноса проверенных стратегий в новые экземпляры и пределы практической вычислимости.

Т. Striphas [7] в своей работе определяет концептуальные условия возникновения понятия «алгоритмическая культура» и определяет новый смысл и значение данного термина в современных условиях развития цифровых технологий. Автор выделяет три главные составляющие, которые имеют отношение к алгоритмической культуре: информация, человек и алгоритм, при этом делает акцент на развитие систем обработки больших объемов данных и их влияние на алгоритмическую культуру современного IT-специалиста.

Вопрос формирования алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля в настоящее время является одной из важных проблем профессиональной подготовки IT-специалистов. В связи с чем, в содержании вузовской подготовки обучающихся информационного профиля должно уделяться значительное внимание алгоритмической культуре и способам ее формирования. Возможным вариантом решения данной проблемы является внедрение технологии поэтапного обучения решению вычислительных задач на дисциплинах программирования. Встает задача обоснования и апробации разработанной технологии обучения решению задач в процессе изучения дисциплин программирования, ориентированных на формирование алгоритмической культуры обучающихся.

Целью исследования является выявление возможности формирования алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля с помощью внедрения разработанной технологии поэтапного обучения решению вычислительных задач на дисциплинах программирования, ориентированных на формирование исследуемого качества.

Методология исследования

Методология исследования содержит теоретические методы, такие как анализ и обобщение научных исследований, связанных с проблемой формирования алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля; эмпирические методы, к которым относятся анкетирование, наблюдение, а также математическая обработка статистических данных.

В данном исследовании значимым является понятие «алгоритмическая культура». Большая часть ученых определяют понятие алгоритмической культуры «как совокупность личностных качеств и определенный алгоритмический стиль мышления, которые позволяют понимать значимость алгоритмов в различных видах деятельности»; «как умение описать алгоритм с помощью определённых средств и методов»; «как знание основных типов алгоритмических процессов».

По мнению С.И. Остапенко [8], «алгоритмическая культура — это системное образование, характеризующееся определенным уровнем развития алгоритмических ценностей, знаний и умений, позволяющих овладеть основами алгоритмизации профессиональной деятельности, и отражает способ самоорганизации деятельности в информационном обществе».

А.А. Наумов [9] считает, что «алгоритмическая культура — это специфическая подсистема культуры, которая прямо и непосредственно связана с социально-информационной деятельностью людей, информационной культурой, культурой мышления; она характеризует уровень решения и оценки разнообразных задач (от глобальных до частных) как обществом, так и конкретным человеком».

Согласно проведенному анализу подходов к определению сущности алгоритмической культуры можно трактовать ее как «совокупность специфических алгоритмических представлений и навыков, необходимых каждому IT-специалисту в условиях развития информационного общества», и, соответственно, должны определять обязательный компонент его профессиональной подготовки.

Исследование по выявлению возможности формирования алгоритмической культуры обучающихся информационного профиля посредством внедрения предложенной технологии обучения решению учебно-вычислительных задач на дисциплинах программирования было проведено в 2020–2021 учебном году в Карагандинском университете имени академика Е.А. Букетова. В эксперименте участвовало 209 обучающихся образовательных программ «Информационные системы», «Информатика». Количество обучающихся первого курса — 107, выпускного курса — 102 человека. В начале учебного года было выполнено диагностическое исследование с целью выявления уровня сформированности алгоритмической культуры у обучающихся первого курса, зачисленных на образовательные программы информационного профиля.

Для определения сформированности алгоритмической культуры обучающихся были выделены критерии: профессиональная направленность будущего IT-специалиста; владение алгоритмическими знаниями; владение средствами и методами описания алгоритмов; творческая активность в решении профессионально-ориентированных задач.

Профессиональная направленность будущего IT-специалиста выявлялась такими показателями, как положительное отношение к выбранной специальности; осознание востребованности специалистов информационного профиля на рынке труда; стремление реализовать себя в современном информационном обществе как высококвалифицированные IT-специалисты; знание и понимание требований профессии к алгоритмической подготовке; осознание роли алгоритмизации для решения профессионально-ориентированных задач; заинтересованность в поиске новых алгоритмов решения задач профессиональной направленности; понимание значимости алгоритмической деятельности в общей системе профессиональной деятельности.

Владение алгоритмическими знаниями определялось такими показателями, как понимание сущности алгоритма и его свойств, знание базовых алгоритмических конструкций (ветвление, цикл) для выстраивания алгоритмических схем решения расчетных задач по их математическим моделям; знание классических алгоритмов, структур данных и способов их описания на одном из языков программирования высокого уровня; представление типизации данных, основных свойств разных величин в алгоритмах обработки информации, назначения вспомогательных алгоритмов и этапов алгоритмизации решения задач на ЭВМ.

Владение средствами и методами описания алгоритмов устанавливалось следующими показателями: умение выбирать оптимальные методы решения вычислительных задач, умение выполнять структурный анализ задачи, разбивать сложную задачу на отдельные подзадачи; умение реализовывать алгоритмы решения задач в средах визуального программирования; знание принципов работы микропроцессора и его использование для оптимизации алгоритмов в задачах системного программирования; умение применять эффективные алгоритмы поиска необходимой информации и сортировки в базах данных; умение составлять оптимальные алгоритмы обработки текстовой, табличной, графической информации с помощью современных технологий программирования.

Творческая активность в решении профессионально-ориентированных задач оценивалась такими показателями, как стремление к самоорганизации и самореализации в будущей профессиональной деятельности, самостоятельное свободное владение обучающегося в разработке и проектировании алгоритмов решения задач профессиональной направленности, активное участие в конкурсах, олимпиадах, выставках по разработке программного обеспечения.

Результаты и их обсуждение

Базируясь на разработанные критерии и показатели сформированности алгоритмической культуры, было проведено исследование среди 107 обучающихся первого курса, зачисленных на образовательные программы информационного профиля. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Уровни сформированности алгоритмической культуры обучающихся 1-го курса

Уровень	Сформированность алгоритмической культуры							
	профессиональная направленность будущего IT-специалиста		владение алгоритмическими знаниями		владение средствами и методами описания алгоритмов		творческая активность в решении профессионально-ориентированных задач	
Низкий	43	40,19 %	52	48,60 %	54	50,47 %	51	47,66 %
Средний	40	37,38 %	31	28,97 %	38	35,51 %	35	32,71 %
Высокий	24	22,43 %	24	22,43 %	15	14,02 %	21	19,63 %

Анализ уровня сформированности алгоритмической культуры обучающихся 1-го года обучения показал низкий уровень сформированности исследуемого качества у большинства обучающихся и подтвердил необходимость повышения уровня их алгоритмической культуры на базе разработанной технологии обучения решению вычислительных задач в процессе изучения дисциплин программирования (см. рис.).

Разработанная технология предполагает реализацию следующих этапов: подготовительный этап, который заключается в развитии интереса к решению учебных задач профессиональной направленности, в осознании профессиональной значимости алгоритмизации для решения задач; теоретический подразумевает овладение алгоритмическими знаниями; понимание классических алгоритмов, структур данных и способов их представления на одном из языков программирования высокого уровня;

формирование представлений о ключевых элементах алгоритмической деятельности; практический этап основан на решении задач разного уровня сложности.

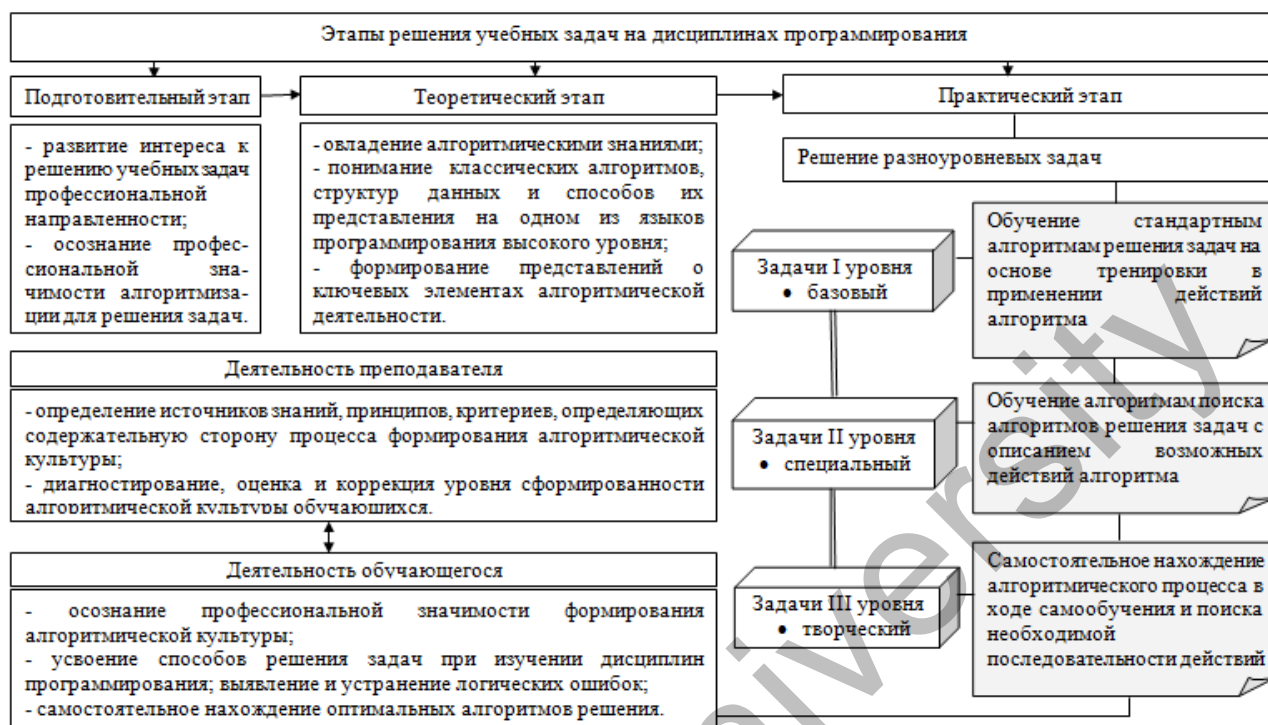


Рисунок. Технология поэтапного обучения решению задач

Содержание подготовки обучающихся информационного профиля определяет следующие дисциплины программирования, направленные на формирование алгоритмической культуры современного IT-специалиста: «Алгоритмы и структуры данных», «Алгоритмизация и технология программирования», «Программирование на C++/C#», «Объектно-ориентированное программирование», «Современные технологии и языки разработки приложений», «Программирование на высокоуровневых языках», «Перспективные технологии и языки разработки приложений», «Программирование на Java», «Net-программирование», которые включают изучение современных технологий программирования, различных сред программирования, особенностей разработки разнообразного программного обеспечения. Данные дисциплины закладывают общие принципы разработки и реализации алгоритмов для решения как типовых учебных задач, так и профессионально-ориентированных.

Так, например, дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» направлена на формирование знаний и умений в области методов представления данных в памяти компьютера, основных алгоритмов, оперирующих с ними. На практических занятиях уделяется внимание изучению способов представления алгоритмов; основных алгоритмических структур — следование, ветвление, итерация; структур данных и типовых алгоритмов их обработки; умению определять оптимальные структуры данных и разрабатывать эффективные алгоритмы с точки зрения пространственных и временных характеристик, оценивать сложность алгоритмов при их реализации на языках программирования.

Дисциплина «Алгоритмизация и технология программирования» ориентирована на понимание роли алгоритмизации в современном мире, освоение основных технологий и методологий программирования, изучение построения алгоритмов в соответствии с принципами структурного программирования, основ алгоритмизации и программирования для использования в дальнейшем в решении прикладных задач.

Содержание дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» позволяет обучающемуся освоить основные концепции объектно-ориентированной технологии программирования: абстракция, инкапсуляция, наследование, полиморфизм при разработке и реализации алгоритмов решения вычислительных задач на языке программирования C++.

Дисциплина «Программирование на высокоуровневых языках» предназначена для изучения одного из бурно развивающихся и популярных в настоящее время языков программирования Python и

предполагает освоение алгоритмов решения практических и научных задач и их реализацию на данном языке программирования.

Курс «Перспективные технологии и языки разработки приложений» позволяет получить представление об основных принципах функционального программирования, их основных приложениях в современном программировании и их применение при разработке алгоритмов и написании программ на любых языках.

Целью дисциплины «Программирование на Java» является изучение основных инструментов, синтаксиса и ключевых пакетов языка Java, возможностей объектно-ориентированного программирования для создания приложений Java в различных предметных областях и разработки апплетов.

Дисциплина «Net-программирование» направлена на ознакомление с принципами работы клиентских веб-приложений, их типами и языками программирования для таких приложений, а также с .Net Framework и его компонентами, знакомство со стандартами, платформами и технологиями, используемыми для разработки серверных приложений.

Отметим некоторые характерные особенности формирования алгоритмической культуры обучающихся с помощью решения учебно-вычислительных задач на обозначенных дисциплинах программирования: поэтапное формирование (подготовительный, теоретический, практический); содержание преподавательской деятельности, направленное на нахождение источников знаний, а также принципов и критериев, позволяющих определить содержательный аспект процесса формирования алгоритмической культуры; диагностирование, оценку и повышение уровня сформированности алгоритмической культуры обучающихся; содержание деятельности обучающегося предполагает осознание профессиональной значимости формирования алгоритмической культуры; усвоение способов решения задач при изучении дисциплин программирования; выявление и устранение логических ошибок; самостоятельное нахождение оптимальных алгоритмов решения.

Практический этап заключается в решении разноуровневых задач на практических занятиях по дисциплинам программирования и предполагает решение задач базового, специального и творческого уровней.

Решение задач базового уровня заключается в выполнении обучающимся шагов алгоритма решения задачи по образцу, преподаватель объясняет ход решения задачи с подробным разъяснением выполняемых действий. Таким образом, тренировка в применении действий алгоритма позволяет обучающемуся овладеть алгоритмом решения поставленной задачи.

Решение задач специального уровня заключается в поиске алгоритмов, при котором преподавателем предлагается описание вероятных допустимых последовательностей операций, приводящих к решению задачи. Обучающийся, выполняя последовательности операций из предлагаемых, анализирует получаемый результат и определяет, какие конкретно шаги алгоритма ведут к достижению цели. Данный подход позволяет обучаемому самостоятельно открывать алгоритм, который может быть применен для решения поставленной учебной задачи.

Решение задач творческого уровня предполагает самостоятельный поиск алгоритма решения задачи, обучающийся должен проявить творческий подход в нахождении необходимой последовательности действий алгоритма и в анализе полученных результатов. Данный этап предполагает активное участие обучающегося в выставках и проектах по разработке программного обеспечения и олимпиадах по программированию.

Практический этап проводимого исследования позволил определить уровень сформированности алгоритмической культуры обучающихся 1-го курса по образовательным программам информационного профиля. Такое же исследование было выполнено в конце учебного года среди обучающихся (студентов) 4-го курса, для которых была применена технология поэтапного обучения решению вычислительных задач, способствующих формированию алгоритмической культуры в процессе изучения дисциплин программирования. Участвовало 102 выпускника. В таблице 2 отражены полученные результаты.

Уровни сформированности алгоритмической культуры обучающихся 4-го курса

Уровень	Сформированность алгоритмической культуры							
	профессиональная направленность будущего IT-специалиста		владение алгоритмическими знаниями		владение средствами и методами описания алгоритмов		творческая активность в решении профессионально-ориентированных задач	
Низкий	20	19,61	21	20,59	19	18,63	18	17,65
Средний	42	41,18	30	29,41	29	28,43	32	31,37
Высокий	40	39,21	51	50,00	54	52,94	52	50,98

Анализ результатов исследования показал, что у выпускников информационного профиля отмечается увеличение уровня сформированности алгоритмической культуры. Это подтверждает целесообразность внедрения в процесс освоения дисциплин цикла программирования технологии поэтапного обучения решению задач, ориентированных на формирование алгоритмической культуры обучающихся.

При анализе полученных данных проведенного исследования и их динамики, можно сделать вывод об эффективной реализации данной технологии, способствующей повышению уровня алгоритмической культуры обучающихся.

Разработанная технология поэтапного обучения решению задач, включающая теоретический, практический, а также подготовительный этапы, содержание деятельности, как преподавателя, так и обучающегося, а также разноуровневые задачи, позволяет поэтапно формировать алгоритмические знания, умения и навыки в процессе решения задач разного уровня сложности, что способствует повышению уровня алгоритмической культуры будущего IT-специалиста.

Заключение

Разработанная технология поэтапного обучения решению вычислительных задач, ориентированных на формирование алгоритмической культуры, погружает обучающегося в самостоятельную алгоритмическую деятельность на дисциплинах программирования при решении профессионально-ориентированных задач, развивает их творческий потенциал. В результате чего, алгоритмическая культура обучающегося преобразуется в систему, направленную на подготовку квалифицированного IT-специалиста, отвечающего требованиям информационного общества, компетентного в решении задач будущей профессиональной деятельности.

Список литературы

- 1 Об утверждении Государственной программы развития образования и науки Республики Казахстан на 2020–2025 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 27 декабря 2019 г. № 988. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988>
- 2 Malik S.I. Promoting Algorithmic Thinking in an Introductory Programming Course / S.I. Malik, M. Shakir, A. Eldow, M.W. Ashfaque // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). – 2019. – Vol. 14, No. 1. – P. 84–94. <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v14i01.9061>
- 3 Tracy F. Disrupting the dissertation: Linked data, enhanced publication and algorithmic culture / F. Tracy, P. Carmichael // E-Learning and Digital Media. – 2017. – Vol. 14, Issue 3. – P. 164–182. <http://dx.doi.org/10.1177/2042753017731356>
- 4 Pak N. Multidimensional algorithmic thinking development on mental learning platform / N. Pak, T. Stepanova, I. Bazhenova, I. Gavrilova // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. – 2019. – Vol. 12. – P. 1072–1087. <http://dx.doi.org/10.17516/1997-1370-0410>
- 5 Surowik D. Logic of Algorithmic Knowledge / D. Surowik // Studies in Logic, Grammar and Rhetoric. – 2015. – Vol. 42, No. 1. – P. 163 – 172. DOI: 10.1515/slgr-2015-0035
- 6 Dourish P. Algorithms and their others: Algorithmic culture in context / P. Dourish // Big Data & Society. – 2016. – Vol. 3. – P. 1–11. DOI: 10.1177/2053951716665128
- 7 Striphas T. Algorithmic culture / T. Striphas // European Journal of Cultural Studies. – 2015. – Vol. 18. – No. 4-5. – P. 395–412. DOI: 10.1177/1367549415577392
- 8 Остапенко С.И. Формирование алгоритмической культуры будущих учителей в процессе дистанционного обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук. 13.00.08 — «Теория и методика профессионального образования» / С.И. Остапенко. —

Белгород, 2013. — 26 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/formirovanie-algoritmicheskoi-kultury-budushchikh-uchitelei-v-protssesse-distantsionnogo-obuc/read>

9 Наумов А.А. Алгоритмическая культура в контексте подготовки специалистов в области информатики / А.А. Наумов // Вестн. Моск. пед. ун-та. Сер. Информатика и информатизация образования. — 2013. — № 7. — С. 268–269. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13079980>

Н.А. Горбунова, Е.А. Спирина

Бағдарламалауды үйрену кезінде ақпараттық бейіндегі білім алушылардың алгоритмдік мәдениетін қалыптастыру

Цифрландырудың және IT-нарығының қазіргі жағдайында ақпараттық бейіндегі студенттерді кәсіби даярлаудың қажетті шарты олардың алгоритмдік мәдениетін қалыптастыру болып табылады. Бұл алгоритмдік мәдениет болашақ IT-мамандарды бағдарламалау саласында дайындауда қажетті база болып саналады. Мақалада жоғары кәсіптік білім беру жүйесінде ақпараттық бейіндегі білім алушылардың алгоритмдік мәдениетін қалыптастыру мәселесі қарастырылған. «Алгоритмдік мәдениет» ұғымының мәні және оның мазмұны нақтыланған. Ақпараттық бейіндегі білім алушылардың алгоритмдік мәдениетін қалыптастыру мақсатында бағдарламалау пәндерінде есептеуіш кәсіптік-бағдарланған есептерді шешуді кезең-кезеңмен оқыту технологиясы әзірленді, ол келесі кезеңдерді қамтиды: дайындық (кәсіптік бағыттағы типтік оқу есептерін шешуге қызығушылықты дамыту, қазіргі заманғы бағдарламалаудағы алгоритмдеудің рөлін түсіну), теориялық (алгоритмдік білімді меңгеру; классикалық алгоритмдер мен мәліметтер құрылымын жоғары деңгейлі бағдарламалау тілдерінде ұсыну тәсілдерін түсіну; алгоритмдік қызметтің маңызды кезеңдері туралы түсінік қалыптастыру) және практикалық (базалық, арнайы және шығармашылық деңгейлердің есептерін шешу арқылы практикалық білім мен дағдыларды игеру). Алгоритмдік мәдениетті ойдағыдай қалыптастыру үшін есептерді шешуді кезең-кезеңмен оқытудың әзірленген технологиясы бағдарламалау пәндерін оқу кезінде оқытушы мен білім алушының қызметінің мазмұнын да көздейді. Осы зерттеуді жүргізу кезінде жоғары оқу орнында оқытудың бастапқы және соңғы кезеңдерінде ақпараттық бағыттағы білім алушыларда алгоритмдік мәдениеттің қалыптасу деңгейі анықталды. Зерттелетін сапаның қалыптасуын анықтауға мүмкіндік беретін критерийлер мен көрсеткіштер ашылған.

Кілт сөздер: IT-мамандарды даярлау, алгоритмдеу, алгоритмдік мәдениет, ойлаудың алгоритмдік стилі, бағдарламалау, көп деңгейлі есептер, технология, есептерді шешуге оқыту.

N.A. Gorbunova, Ye.A. Spirina

Formation of the algorithmic culture of students of the information profile in the study of programming

In modern conditions of digitalization and the IT market, a necessary condition for the professional training of students of the information profile is the formation of their algorithmic culture. It is the algorithmic culture that is the necessary base in the training of future IT-specialists in the field of programming. The article deals with the problem of the formation of the algorithmic culture of students of the information profile in the system of higher professional education. The essence of the concept of “algorithmic culture” and its content are specified. A technology has been developed for step-by-step training in solving computational professionally-oriented problems in the disciplines of programming in order to form the algorithmic culture of students of the information profile, which includes the following stages: preparatory (developing interest in solving typical educational tasks of a professional orientation, understanding the role of algorithmic knowledge; understanding of the ways to represent classical algorithms and data structures in high-level programming languages; formation of ideas about significant stages of algorithmic activity) and practical (mastering practical skills and abilities through solving problems of the basic, special and creative levels). For the successful formation of an algorithmic culture, the developed technology of step-by-step learning in problem solving also provides for the content of the teacher's and student's activities in the study of programming disciplines. When conducting this study, the level of formation of algorithmic culture among students of the information direction at the initial and final stages of training at a university was determined. Criteria and indicators are disclosed that make it possible to determine the formation of the investigated quality.

Keywords: training of IT specialists, algorithmization, algorithmic culture, algorithmic style of thinking, programming, multilevel tasks, technology, learning to solve problems.

References

- 1 Ob utverzhenii Gosudarstvennoi programmy razvitiia obrazovaniia i nauki Respubliki Kazakhstan na 2020–2025 gody. Postanovlenie Pravitelstva Respubliki Kazakhstan ot 27 dekabria 2019 goda № 988 [On approval of the State Program for the Development of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2020-2025. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 27, 2019 No. 988]. (2019). adilet.zan.kz. Retrieved from <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988> [in Russian].
- 2 Malik, S.I., Shakir, M., Eldow, A. & Ashfaque, M.W. (2019). Promoting Algorithmic Thinking in an Introductory Programming Course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(1), 84–94. DOI: 10.3991/ijet.v14i01.9061
- 3 Tracy, F. & Carmichael, P. (2017). Disrupting the dissertation: Linked data, enhanced publication and algorithmic culture. *E-Learning and Digital Media*, 14 (3), 164-182. DOI: 10.1177/2042753017731356
- 4 Pak, N., Stepanova, T., Bazhenova, I. & Gavrilova, I. (2019). Multidimensional algorithmic thinking development on mental learning platform. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 12, 1072–1087. DOI: 10.17516/1997-1370-0410
- 5 Surowik, D. (2015). Logic of Algorithmic Knowledge. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 42(1), 163-172. DOI: 10.1515/slgr-2015-0035
- 6 Dourish, P. (2016). Algorithms and their others: Algorithmic culture in context. *Big Data & Society*, 3, 1–11. DOI: 10.1177/2053951716665128
- 7 Striphas, T. (2015). Algorithmic culture. *European Journal of Cultural Studies*, 18(4-5), 395–412. DOI: 10.1177/1367549415577392
- 8 Ostapenko, S.I. (2013). Formirovanie algoritmicheskoi kultury budushchikh uchitelei v protsesse distantsionnogo obucheniia [Formation of algorithmic culture of future teachers in the process of distance learning]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Belgorod. Retrieved from <https://www.dissercat.com/content/formirovanie-algotimicheskoi-kultury-budushchikh-uchitelei-v-protsesse-distantsionnogo-obuc> [in Russian].
- 9 Naumov, A.A. (2013). Algotimicheskaiia kultura v kontekste podgotovki spetsialistov v oblasti informatiki [Algorithmic culture in the context of training specialists in the field of informatics]. *Vestnik Moskovskogo pedagogicheskogo universiteta. Serii Informatika i informatizatsiia obrazovaniia — Bulletin of the Moscow Pedagogical University, Series Informatics and informatization of education*, 7, 268 – 269. Retrieved from <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13079980> [in Russian].