

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИТ-КОМПЕТЕНЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

С. А. ВЕЛЬЧЕНКО¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

С позиции методологии педагогического дизайна рассмотрена проблема повышения эффективности подготовки студентов и магистрантов механико-математического факультета БГУ по специальности 1-31 03 08 «Математика и информационные технологии (по направлениям)» (направление специальности 1-31 03 08-01 «Веб-программирование и интернет-технологии»). С позиции эвристического подхода определены теоретические основания разработки учебно-методического комплекса как компонента профессионально ориентированного обучения студентов программированию. Проанализировано формирование технической ИТ-компетенции в процессе освоения дисциплины «Параллельное программирование».

Ключевые слова: учебно-методический комплекс; программирование; механико-математический факультет; студенты; магистранты; параллельные алгоритмы; программа для суперкомпьютеров; параллельное программирование; параллельные вычисления; педагогический дизайн.

FORMATION OF TECHNICAL IT-COMPETENCE WHEN TEACHING STUDENTS IN PARALLEL PROGRAMMING

S. A. VELCHENKO^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

In the article the problem of assessing the qualifications of students and undergraduates in the specialties 1-31 03 08 «Mathematics and information technology (in areas)» (the direction of the specialty 1-31 03 08-01 «Web programming and Internet technologies») of the faculty of mechanics and mathematics of dependence from the position pedagogical design methodology. Certain theoretical foundations for the development of a student educational and methodological complex as a component of professionally oriented programming from the standpoint of a heuristic approach. Choice formation of technical IT-competence in the process of teaching the discipline «Parallel programming».

Keywords: educational and methodical complex; programming; faculty of mechanics and mathematics; students; undergraduates; analytical algorithms; programs for supercomputers; parallel programming; calculation frequencies; pedagogical design.

Введение

Для педагогического процесса современной высшей школы важно быстро перестраиваться со смешанной формы обучения на дистанционную форму в целях развития творчества, подготовки

ИТ-специалиста и формирования необходимых компетенций, чтобы конкурировать на рынке труда. Данная задача в педагогическом дизайне требует иных подходов для создания учебно-методического

Образец цитирования:

Вельченко СА. Формирование технической ИТ-компетенции при обучении студентов параллельному программированию. *Университетский педагогический журнал*. 2022;2:66–72.

For citation:

Velchenko SA. Formation of technical IT-competence when teaching students in parallel programming. *University Pedagogical Journal*. 2022;2:66–72. Russian.

Автор:

Сергей Александрович Вельченко – старший преподаватель кафедры веб-технологий и компьютерного моделирования механико-математического факультета.

Author:

Sergey A. Velchenko, senior lecturer at the department of web-technologies and computer modelling, faculty of mechanics and mathematics.
semmi.vall@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6527-596X>

комплекса (УМК) по дисциплине «Параллельное программирование».

Практический опыт позволяет утверждать, что для этих целей разумно применять эвристический подход. Эвристический способ изложения материала (т. е. через открытие) основан на трехступенчатом алгоритме создания нового знания. На первом этапе рассмотрения темы студенту предлагается постигнуть ту или иную область реальной действительности, исходя из особенностей его мышления, способностей и других личностных качеств. Изучение действительности (а не подмена действительности упорядоченной суммой информации о ней) предполагает результат – создание каждым студентом первичного субъективного образовательного продукта¹.

Вполне естественно, что данный продукт (гипотеза, рисунок, классификация, рассказ и др.) содержит в себе тот или иной процент отклонения от достижений человечества в данной области.

Так, на втором этапе эвристической деятельности созданный студентом первичный субъективный образовательный продукт сравнивается с тем продуктом, который является эталоном в данной области (так называемым культурно-историческим аналогом). Это сравнение и есть ценный образовательный эффект. Культурно-исторический аналог концентрирует в себе основы изучаемых наук или искусств, отечественных и мировых традиций или технологий и других сфер человеческой деятельности, получивших отражение в учебных предметах и образовательных областях. Он выражается в форме понятий, законов, принципов, методов, гипотез и теорий, считающихся фундаментальными достижениями человечества².

В этом случае первичный образовательный продукт переосмысливается и сравнивается, а на третьем этапе достраивается до обобщенного образовательного продукта и включается в предмет новой деятельности студента³.

Происходит личное образовательное приращение знаний, опыта и способностей студента, который активно включен в процесс образования как культурно-исторического созидания. Подобная деятельность обучающегося обеспечивает творческую самореализацию в процессе образования⁴.

Эвристические задания открыты, т. е. имеют множество решений. Они позволяют студенту создать что-то новое в рамках учебной дисциплины, а также раскрывают внутренний потенциал ИТ-специалиста, формируют и развивают эвристические качества личности (креативные, когнитивные и организационно-деятельностные), а значит, создают платформу для индивидуализации обучения студента⁵.

Такое задание опирается на образовательный стандарт и программу, так как в содержание задания входит то, что ИТ-специалист должен знать и уметь. Творческая и знаниевая составляющие эвристического задания – ключ к формированию компетентности ИТ-специалиста.

Выполнение заданий в параллельном программировании связано с решением NP-полных задач, которые подразумевают несколько решений или имеют решение при каких-либо условиях. К тому же такие решения будут неоптимальными. Они представляют собой определенный набор задач, близких к оптимальному решению. В связи с этим актуально применять эвристические задачи для подготовки ИТ-специалистов по параллельному программированию.

Методология исследования

Педагогический дизайн (*instructional design*) – относительно новое понятие в современной системе образования. Потребность в формировании качественных знаний постоянно растет, в то время как традиционные формы и методы (объяснительно-иллюстративный, рецептурно-излагающий и др.) подходят для относительно простых (линейных) методов подготовки.

При создании более сложных программ применение традиционных методов ведет к потере времени и ресурсов. Так появилось понятие педагогического дизайна – методологии систематического использования знаний об эффективной работе, выстраивании учебного процесса с «открытой архитектурой», а также о создании настоящей обу-

чающей среды с дистанционным форматом. Эту методологию можно применять еще на стадии проектирования, создания и оценки обучающих материалов (А. Ю. Уваров)⁶.

В отличие от России в зарубежной теории и практике данное понятие четко определено и широко используется в сфере образования. Изучая зарубежные интернет-ресурсы, посвященные педагогическому дизайну, можно встретить ряд определений, в которых этот термин рассматривается как процесс, как дисциплина, как наука и как действительность.

Педагогический дизайн – системный подход к построению учебного процесса, учитывающий теоретические положения психологии, педагогики, эргономики, когнитивистики и других наук, изучающих

¹Король А. Д., Хуторской А. В., Белокоз Е. И. Эвристический практикум по педагогике : уч.-метод. пособие. Гродно : Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы, 2014. 193 с.

²Там же.

³Там же.

⁴Там же.

⁵Там же.

⁶Уваров А. Ю. Педагогический дизайн // прил. к газ. «Первое сентября». 2003. Август, № 30. С. 2–31.

особенности человеческого восприятия и познания. Результатом работы педагогического дизайнера является система обучения, обеспечивающая эффективный и комфортный образовательный процесс.

В исследовании [1] схема педагогического дизайна состоит из четырех блоков. В настоящей статье такая схема представлена пятью блоками (см. рисунок).

Для практической эффективности УМК лучше использовать методику ALD. В ней акцент делается на скорости, гибкости и кооперативности разработки. Эта методика состоит из множества наработок, заимствованных из области создания программного обеспечения. Она ускоряет процесс повышения квалификации за счет резкого увеличения концентрации на специфических задачах, поэтому ее все чаще применяют при создании систем дистанционного обучения и переподготовки, где необходима интенсивная передача материала и использование активного интереса обучающегося.

К основным принципам методики ALD относятся диалоговая подача материала с постоянной повторной проработкой ключевых моментов для ее закрепления; применение шаблонов и других стандартных инструментов для быстрого и эффективного выполнения задачи; активное использование интереса обучающегося и его стимулирование; подача ключевых моментов, а не второстепенных; активное привлечение экспертов в узких областях знаний; создание интерактивных баз данных со всем справочным материалом как по самой теме, так и по близким дисциплинам; концентрация на самом процессе обучения и материале, а не на планировании, а также систематическая оценка процесса обучения и потребностей ученика на каждом этапе [1].

В итоге разработка и использование учебных материалов приобретают еще более конкретный вид, а лишние на данном этапе массивы информации отсеиваются. Однако это вовсе не означает примитивизацию процесса – в любое время все необходимые данные могут использоваться по назначению, когда студент будет готов и когда появятся новые задачи. Это придает системе ALD большую гибкость при высокой концентрации на процессе.

Вариативность заданий предоставляет возможности организации коммуникации между студентами и использования коллективных форм обучения. Основная цель вариативности – развитие у студента навыков коммуникации и умений работать в группе, составление коллективных образовательных продуктов, а также представление своей работы и ее защита.

В этой связи практически каждая тема занятия содержит задания, которые выполняются на форумах. Использование телекоммуникаций в образовании – не дань моде, а действенное средство для наполнения учебного процесса творческой и личностно ориентированной составляющей. Продуктивная деятельность студента и преподавателя неэффективна без коммуникативного элемента самой системы образования, в особенности форм и методов обучения. Одно из главных преимуществ использования информационных технологий в учебном процессе – возможность организации (количественно и качественно) горизонтальной (студент – студент) и вертикальной (студент – преподаватель) коммуникации. При этом вопросы студента, его доказательства и опровержения являются образовательными продуктами и могут быть оценены.

Во время работы на форумах каждый студент становится и участником, и организатором обсуждения, т. е. выполняет две различные функции.

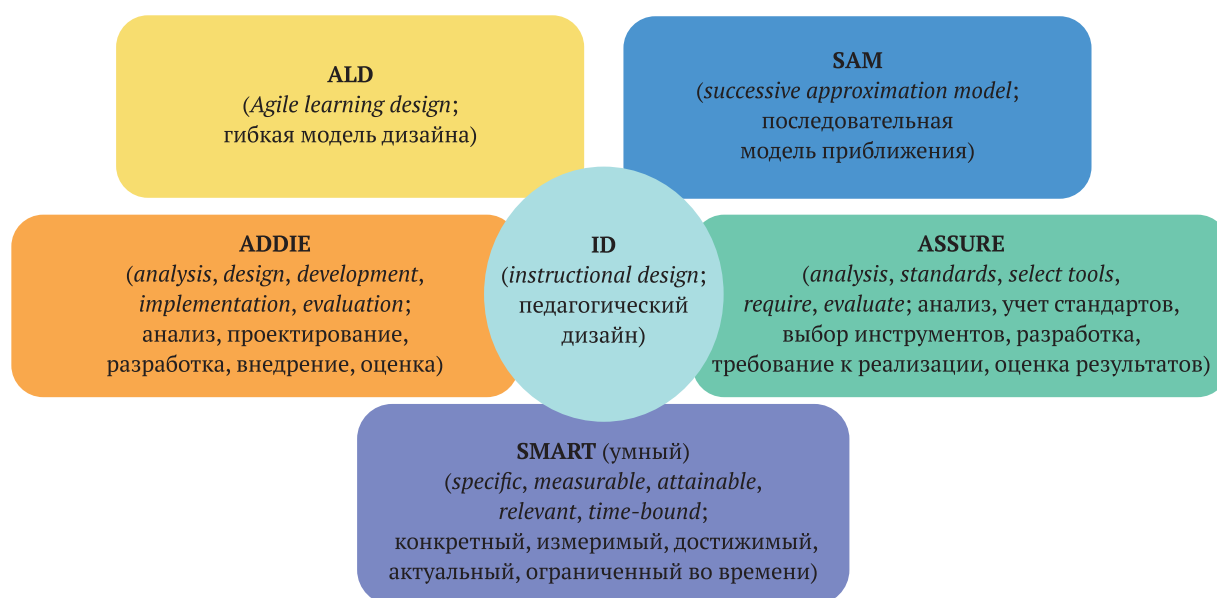


Схема педагогического дизайна
Scheme instructional design

Коммуникация на занятиях предоставляет возможность сравнения и сопоставления образовательного продукта одного учащегося с образовательными продуктами других учащихся, а также создания в результате подобного сравнения обобщенного образовательного продукта.

В лабораторно-практическом компоненте УМК содержатся задания и примеры-решения, составленные другими студентами, что наряду с открытыми

эвристическими заданиями также обеспечивает личностную направленность и значимость содержания обучения.

Личное образовательное приращение студента (знания, опыт и способности), который активно включен в процесс образования как культурно-исторического созидания, сопрягается согласно образовательной программе с процессом конструирования знаний и умений.

Результаты и их обсуждение

Техническая компетентность будущего ИТ-специалиста при изучении параллельного программирования представляет собой интегративное профессионально-личностное качество, которое проявляется в готовности решать профессиональные задачи, связанные с реализацией жизненного цикла программного продукта.

Структура технической компетентности включает когнитивный, операциональный, мотивационно-рефлексивный и практико-ориентированный компоненты. Когнитивный компонент представляет собой совокупность знаний, необходимых для постановки, анализа, решения и демонстрации технических задач создания, технического оснащения, эксплуатации и модернизации объектов образовательной среды. Операциональный компонент –

совокупность умений, необходимых для постановки, решения и демонстрации технических задач. Мотивационно-рефлексивный компонент охватывает стремления, интересы и ориентации, обеспечивающие активное осознанное и ответственное участие в поиске, анализе, решении и демонстрации все более сложных технических задач, а также во взаимодействии с объектами образовательной среды. Практико-ориентированный компонент состоит из опыта решения технических задач и взаимодействия с объектами в образовательной практико-ориентированной среде, который необходим в будущей профессиональной деятельности.

В табл. 1 приведены компоненты, критерии и показатели сформированности технической компетентности будущего ИТ-специалиста.

Таблица 1

Компоненты, критерии и показатели сформированности технической компетентности будущего ИТ-специалиста

Table 1

Components, criteria and indicators of maturity technical competence of the future IT-specialist

Компоненты	Критерии	Показатели
Когнитивный	Знания, необходимые для постановки, анализа, решения и демонстрации технических задач по созданию программного продукта, а также для взаимодействия с объектами образовательной практико-ориентированной среды	Наличие знаний технической терминологии и символики, эвристических способов и приемов, техники и технологии образовательной среды, отраслевой технологии и правил техники безопасности
Операциональный	Умения постановки, решения и демонстрации технических задач	Использование студентами эвристических приемов при выявлении технического противоречия, решение технических задач профессионально ориентированного контекста, демонстрация решения этих задач с соблюдением техники безопасности
Мотивационно-рефлексивный	Стремление и интерес, обеспечивающие активное осознанное и ответственное участие в постановке, анализе, решении и демонстрации все более сложных технических задач	Наличие интереса к программированию, математике и новой технической информации. Желание участвовать в проектах по решению всевозможных технических задач в составе микрогруппы «генератор идей в команде» и реализовывать решения в стартапах. Владение навыками рефлексии для самоанализа и самооценки результатов решения эвристических задач
Практико-ориентированный	Опыт решения производственных задач и взаимодействия с объектами в образовательной практико-ориентированной среде	Наличие опыта решения технических задач, возникающих в образовательной практико-ориентированной среде, а также участие в разнообразных проектах

В сопоставительном анализе педагогических исследований и нормативных документов фиксируется, что формирование технической компетентности будущего ИТ-специалиста представляет собой педагогически управляемый процесс и актуальный интегративный результат: студент овладевает понятийным аппаратом и языками программирования, обогащает формы отражения мира программирования, расширяет знания в области параллельного программирования и углубляет их понимание, у него увеличиваются интерес и мотивация к технической деятельности, происходит интенсификация умений программировать и работать в команде, накапливается опыт взаимодействия с объектами в образовательной практико-ориентированной среде. Задача заключается в поиске педагогических средств формирования компонентов технической компетентности будущего ИТ-специалиста и их интеграции в целостное качество.

Педагогические возможности эвристических задач как действенного средства развития технической компетентности будущего ИТ-специалиста по параллельному программированию состоят в углублении его знаний в программировании, расширении и уточнении понятийного аппарата конструктивно-технической деятельности, усложнении и обогащении образных представлений объектов, возникновении комплексных умений реального воплощения программных продуктов, повышении профессионального интереса к сфере программирования и мотивации к ее ответственному использованию. Эвристические задачи выполняют функции управления (запуск и регулирование процесса формирования технической компетентности в соответствии с подготовленностью обучающегося), актуализации (запуск самостоятельных, опосредованных и поисковых форм учебно-творческой деятельности в сфере программирования параллельных вычислений на основе результатов предыдущего обучения) и интеграции (создание устойчивых связей между компонентами технической компетентности для их совместного проявления в технической деятельности как целостного результативного профессионально-личностного качества).

Действенность эвристической задачи как педагогического средства формирования технической компетентности будущего ИТ-специалиста по параллельному программированию обусловлена представлением (в этой задаче) учебного материала в виде нарастающих по сложности заданий с использованием технической терминологии и технического контекста, в котором данные и условия неоднозначно, неопределенно, неполно или избыточно описывают проблемную ситуацию развития техники. Вместе с этим требование мотивирует к разрешению акту-

ального технического противоречия, способ решения неочевиден и основан на вариативных приемах технического творчества и эвристики, процесс решения требует самостоятельных, опосредованных и поисковых форм учебно-творческой деятельности в сфере программирования, а результат решения является для студента новой разработкой технического объекта или технологического процесса и ориентирован на практическое применение в образовательной среде.

Структурно-функциональная модель использования эвристических задач как средства формирования технической компетентности ИТ-специалиста по параллельному программированию включает взаимосвязанные блоки:

- целевой (характеризует цели и результаты повышения уровня сформированности компетентности);
- методологический (фиксирует интегративный подход и дополняющие его принципы практико-ориентированной направленности, творческого взаимодействия и продуктивности);
- структурный (представляет состав эвристической задачи и методики ее использования, а также компоненты технической компетентности);
- функциональный (отображает функции управления, актуализации и интеграции, выполняемые эвристическими задачами);
- процессуальный (сопоставляет организационно-педагогические условия и этапы использования эвристических задач);
- оценочно-результативный (объединяет результат и его диагностическую базу, т. е. критерии, показатели и уровни сформированности технической компетентности ИТ-специалиста по параллельному программированию).

К педагогическим функциям относятся педагогическое управление (запуск и регулирование процесса формирования технической компетентности в соответствии с подготовленностью обучающегося), актуализация компонентов (запуск самостоятельных, опосредованных, поисковых форм учебно-творческой деятельности в сфере современных технологий на основе результатов предыдущего обучения) и интеграция компонентов (создание устойчивых связей между компонентами для их совместного проявления в технической деятельности как целостного качества) (табл. 2).

Анализ педагогических функций и возможностей педагогических задач показал, что для их реализации необходимо создать организационно-педагогические условия, предполагающие системное использование эвристических задач профессионально ориентированного содержания в теоретическом и практико-ориентированном обучении при подборе их сложности с учетом индивидуальной подготовленности обучающихся.

Таблица 2

**Педагогические функции и возможности эвристических задач
в формировании технической компетентности будущего ИТ-специалиста**

Table 2

**Pedagogical functions and possibilities of heuristic tasks
in the formation technical competence of the future IT-specialist**

Функции	Педагогические возможности
Педагогическое управление	Вариативный выбор момента и ситуации предъявления возможностей обучающемуся; выбор вида, содержания, сложности и формы представления, способа решения, результата решения и его практической применимости; выбор методики помощи и поддержки со стороны преподавателя и других обучающихся; выбор избирательной направленности на определенный компонент технической компетентности или интегративной направленности на совокупность компонентов технической компетентности
Актуализация компонентов	Вариативное сочетание известной и новой технической терминологии в целях овладения понятийным аппаратом, языками программирования и процессами распараллеливания программ, а также известных и новых сведений о технических объектах и специфике их поведения для расширения знаний о производственных процессах, углубленное их понимание и усиление интереса к практико-ориентированной деятельности. Репродуктивная и творческая деятельность при решении задач и воплощении решений в эскизах моделей, прототипах, макетах, технологиях (технологических процессах) для усложнения и интенсификации умений обращения с техникой, а также для накопления опыта взаимодействия с ней в образовательной практико-ориентированной среде
Интеграция компонентов	Синтез учебной, учебно-познавательной, учебно-поисковой и учебно-производственной деятельности в целях интеграции когнитивного, операционального и производственно-эмпирического компонентов. Интериоризация знаний и создание предварительной основы практико-ориентированной деятельности в целях интеграции когнитивного и операционального компонентов. Междисциплинарное представление технических объектов и способов их оценки в целях интеграции когнитивного, операционального и мотивационно-рефлексивного компонентов

Организационно-педагогические условия, при которых эвристические задачи являются действенным педагогическим средством формирования технической компетентности будущего ИТ-специалиста по параллельному программированию, включают несколько процессов.

Во-первых, это обеспечение вовлеченности студентов в анализ, постановка и решение эвристических задач технического содержания в различных формах теоретического и практико-ориентированного обучения, что способствует мотивации студентов к изучению современных языков программирования, междисциплинарной интеграции знаний о техносфере, рационализации умений учебно-поисковой деятельности, освоению и накоплению продуктивных методик разрешения технических противоречий, а также формированию умений реального воплощения технических новаций.

Во-вторых, это организация работы студентов с эвристическими задачами в микрогруппах «генератор идей – лаборатория поддержки», создание на основе

педагогической диагностики сформированности компонентов технической компетентности членов группы и смены групповых ролей при решении новой эвристической задачи, что создает ситуации творческого взаимодействия и продуктивной со-
стязательности, а также ориентирует на освоение более сложных методов коллективной учебно-познавательной и практико-ориентированной деятельности.

В третьих, это актуальное профессионально ориентированное содержание эвристических задач, вариативных по сложности и методикам использования (задачи имеют нарастающую сложность в границах будущей профессионально-технической деятельности специалиста, а приемы решения и реального воплощения соответствуют этапу обучения), что обеспечивает их соответствие уровню подготовки ИТ-специалиста по параллельному программированию, целям учебного занятия и производственной практики⁷.

Вышеизложенные подходы дополняет полипарадигмальный подход [2].

⁷Коваленко Н. С., Вельченко С. А. Параллельное программирование. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности 1-31 03 08 «Математика и информационные технологии (по направлениям)» (направление «Веб-программирование и интернет-технологии») [Электронный ресурс]. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/242130> (дата обращения: 19.09.2022).

Заключение

Использование эвристических задач в качестве педагогического средства формирования технической компетентности ИТ-специалиста по параллельному программированию снижает риск их недостаточной подготовленности к выполнению трудовых функций в современной практико-ориентированной среде. Внедрение их в университетский учебный процесс снижает риск потери времени преподавателей на разработку малоэффективных направлений необоснованного, несвоевременного или эпизодического использования эвристических задач.

Кроме того, возможны увеличение трудозатрат преподавателей на разработку содержания задач и уроков с их использованием, потеря учебного времени на организационные мероприятия во многих группах, первоначальное снижение уровня преподавания учебной дисциплины (неготовность преподавателей, работодателей и руководителей практик давать студентам производственные и учебно-производственные эвристические задачи).

Представленное исследование полностью не исчерпывает ресурсы педагогического знания о воз-

можностях эвристических задач в формировании профессионально-личностных качеств обучающихся. Перспективами его продолжения являются анализ педагогических возможностей профессионально ориентированных игр и кейсов, а также роли различных соревнований (конкурсы, олимпиады и др.) в становлении будущего ИТ-специалиста при обучении параллельному программированию.

Формирование технической компетентности ИТ-специалиста при обучении параллельному программированию с использованием эвристических задач и подходов к технологии решения изобретательских задач представляет собой педагогически управляемый процесс и актуальные интегративные результаты развития практико-ориентированного мышления в программировании задач на распараллеливание, возникновения комплексных умений выдвижения, обоснования и реального воплощения технических идей и, как следствие, повышения интереса к программированию и уровня рефлексии в практико-ориентированной среде, а также накопления опыта.

Библиографические ссылки

1. Ломаско ПС, Симонова АЛ. Педагогический дизайн онлайн-курсов согласно принципам смарт-образования. В: Никулина СЮ, редактор. *Современные тенденции развития педагогических технологий в медицинском образовании. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; 7–8 февраля 2018 г.; Красноярск, Россия*. Красноярск: типография КрасГМУ; 2018. 344–352 с. (Вузовская педагогика).
2. Вельченко СА. Использование полипарадигмального подхода при обучении параллельному программированию студентов университета. *Збірник наукових прац Академії післядипломної адукації*. 2021;19:96–107.

References

1. Lomasko PS, Simonova AL. [Pedagogical design of online courses according to the principles of smart education]. In: Nikulina SYu, editor. *Sovremennye tendentsii razvitiya pedagogicheskikh tekhnologii v meditsinskom obrazovanii. Sbornik statei Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem; 7–8 fevralya 2018 g.; Krasnoyarsk, Rossiya* [Modern trends in the development of pedagogical technologies in medical education. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference with international participation; 2018 February 7–8; Krasnoyarsk, Russia]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Medical University; 2018. p. 344–352 (Vuzovskaya pedagogika). Russian.
2. Velchenko SA. [Using a polyparadigm approach in teaching parallel programming to university students]. *Zbornik naukovykh prac Akadjiemii pasljadyplomnaja adukacyi*. 2021;19:96–107. Russian.

Статья поступила в редколлегию 21.09.2022.
Received by editorial board 21.09.2022.