

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА

С. П. Янукович¹

¹ ОАО «Могилевское агентство регионального развития»
212017, Республика Беларусь, г. Могилев, б-р Юбилейный, д. 21

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности обучения информационным технологиям, в том числе основам программирования; предложен новый метод управления процессом обучения информационным технологиям. Отличительными особенностями метода являются возможность количественной оценки личностных и психологических качеств обучающихся информационным технологиям и применение алгоритмов роевого интеллекта для построения траектории обучения. Для повышения эффективности использования предложенных метода и алгоритмов разработано программное обеспечение, автоматизирующее основные этапы метода. Предложенный метод и алгоритмы позволяют повысить эффективность управления процессом обучения за счет рационального выбора курсов на основе алгоритмов роевого интеллекта.

Ключевые слова: управление процессом обучения, ИТ-специалист, алгоритмы роевого интеллекта, выбор направления подготовки, информационные технологии, программирование.

DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-7-32-41

Для цитирования:

Янукович С. П. Метод управления процессом обучения информационным технологиям на основе алгоритмов роевого интеллекта // Информатика и образование. 2019. № 7. С. 32–41.

Статья поступила в редакцию: 1 августа 2019 года.

Статья принята к печати: 20 августа 2019 года.

Сведения об авторе

Янукович Светлана Петровна, руководитель проекта, ОАО «Могилевское агентство регионального развития», г. Могилев, Республика Беларусь; syanukovich@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8733-9255

1. Введение

Мировые тенденции перехода экономики к новому технологическому укладу, происходящая цифровая трансформация всех сфер деятельности человека требуют от каждого специалиста развитой логики мышления, наличия элементарных знаний в области информационных технологий, в том числе программирования. Поэтому вопрос обучения информационным технологиям и основам программирования становится актуальным для подготовки не только ИТ-специалистов, но и компетентных специалистов других сфер деятельности: финансы, экономика, юриспруденция, архитектура, автомобилестроение и др. [1–4].

В настоящее время существует большой выбор направлений подготовки ИТ-специалистов [5]. В сети Интернет для большинства этих направлений имеются обучающие курсы, однако выбор направления обучения осуществляется, как правило, интуитивно, на основе консультаций с педагогами или на основе опыта тех, кто уже прошел обучение. В результате обучение не приносит обучающемуся ожидаемого результата, он теряет интерес к выбранному направлению подготовки, не заканчивает изучение выбранного курса, выбирает другую сферу деятельности.

Сложность задачи рационального выбора направления подготовки и траектории обучения обусловлена такими факторами, как:

- разнообразие видов деятельности ИТ-специалистов;
- множество интернет-ресурсов, курсов и тренингов, что обуславливает многообразие вариантов подготовки ИТ-специалистов;
- растущий спрос на обучение информационным технологиям;
- личностные особенности и психологические качества обучающегося.

Проведенный нами анализ показал, что в настоящее время отсутствуют методы и программные средства, обеспечивающие рациональный выбор вида деятельности и траектории развития ИТ-специалистов.

В связи с этим является актуальной задача разработки метода рационального выбора направления подготовки ИТ-специалиста и повышения эффективности управления этой подготовкой на основе алгоритмов роевого интеллекта.

2. Общее описание метода

Повышение эффективности управления обучением информационным технологиям посредством автоматизации предполагает использование си-

стемного подхода на основе следующих составляющих:

- общей теорией управления образовательными системами [6, 7];
- классических методик дистанционного обучения программированию;
- индивидуальных психологических тестов и тренингов, обеспечивающих оценку личностных особенностей и психологических качеств обучающихся;
- алгоритмов роевого интеллекта для построения индивидуальной траектории обучения.

Основные этапы реализации метода управления процессом обучения информационным технологиям представлены на рисунке 1. Каждый этап метода подробно описан в отдельном разделе статьи.

Существующие психологические тесты позволяют количественно оценить личностные и психологические качества (ЛПК) индивида [8–10]. Но отсут-

ствуют методы количественной оценки возможных видов деятельности ИТ-специалиста с учетом его ЛПК.

Разработанный нами метод управления процессом обучения ИТ-специалиста обеспечивает количественную оценку соответствия личностных и психологических качеств обучающегося, определенных с помощью психологических тестов, выбранному направлению подготовки.

Особенности предложенного метода управления процессом обучения ИТ-специалистов:

- использование алгоритмов роевого интеллекта (роевания пчел, муравьиной колонии) [11] для поддержки рационального выбора следующего шага обучения;
- непосредственное участие обучающегося в процессе этого выбора;
- количественная оценка эффективности альтернатив при выборе очередного шага.

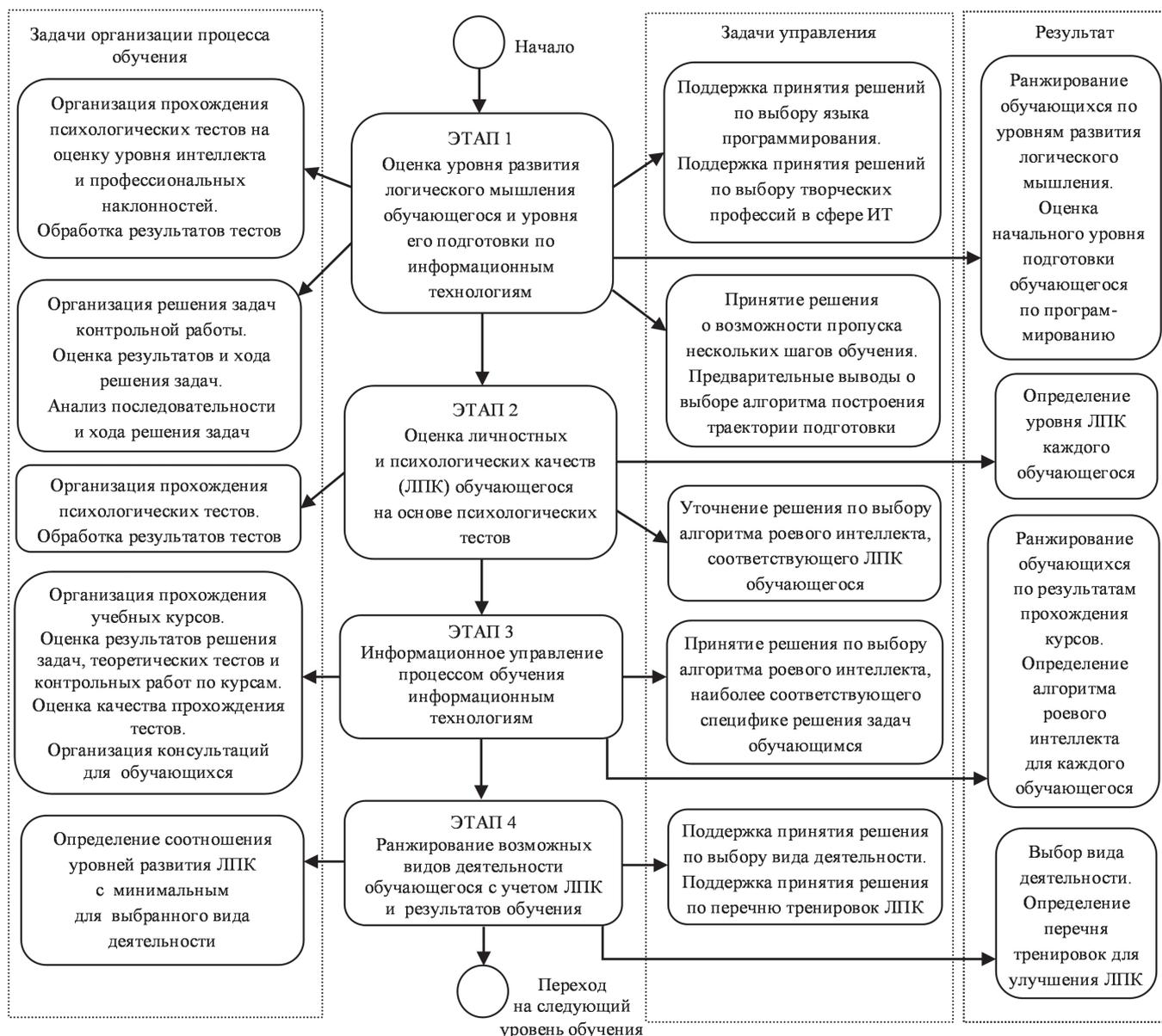


Рис. 1. Этапы реализации метода управления процессом обучения информационным технологиям

2.1. Оценка уровня развития логического мышления обучающегося и уровня его подготовки по информационным технологиям

На первом этапе управления процессом обучения информационным технологиям осуществляется оценка уровня развития логического мышления обучающихся. Для этой оценки используются стандартные психологические тесты на уровень развития интеллекта и тесты профессиональных склонностей. Результаты тестирования позволяют ранжировать желающих обучаться информационным технологиям по:

- уровню развития математических способностей;
- способности сохранять внимание;
- способности к выявлению закономерностей;
- уровню пространственного воображения;
- комбинаторным способностям.

Результаты психологического тестирования используются для определения вида деятельности будущего ИТ-специалиста. Анализ результатов тестирования уровня интеллекта и диагностики профессиональных наклонностей позволяет рекомендовать направления обучения, подходящие именно данному обучающемуся. Например:

- высокий уровень пространственного воображения и отнесение к предпочитаемому типу профессий «Человек — художественный образ» предполагает для обучающегося будущую специализацию дизайнера интерфейсов;
- высокий уровень математической логики, способность к выявлению закономерностей в сочетании с типом «Человек — знаковая система» делает рекомендуемым направлением для обучающегося специальность «программист».

Для обучающихся, имеющих начальный уровень подготовки по программированию, на первом этапе предоставляется возможность проверить свои знания по основам программирования. Успешное выполнение предложенной работы позволяет пропустить этот этап обучения.

Контрольная работа, которую предлагается решить обучающимся, может быть представлена набором:

$$KR = \langle PR_{KR}, R_{KR}, U_{KR}, TPR_{KR} \rangle.$$

Здесь:

- PR_{KR} — задачи контрольной работы;
- R_{KR} — результат контрольной работы — максимальное количество баллов, которое можно набрать при полном решении всех задач контрольной работы;
- U_{KR} — определенный достаточный уровень прохождения контрольной работы — минимальное количество баллов, которые должен набрать обучающийся за контрольную работу, чтобы перейти сразу на следующий уровень обучения. Уровень прохождения контрольной работы определяется автором заданий этой работы, который может определить более высокие или более низкие требования к знаниям обучающегося;

- TPR_{KR} — последовательность, по которой обучающийся решал задачи контрольной работы. Данную последовательность можно охарактеризовать графом, учитывающим затраченное время на решение каждой задачи и баллы, которые обучающийся получил за решение $G_{KR} = \{T_{KR}, R_{KR}\}$, где $t_{KR_{ij}}$ — время решения i -й задачи после j -й, $r_{KR_{ij}}$ — результаты в баллах решения i -й задачи после j -й. Граф G_{KR} можно представить двумя матрицами с одинаковой структурой, но с разными весами:

$$T_{KR} = \|t_{ij}\|,$$

$$R_{KR} = \|r_{ij}\|.$$

2.2. Оценка личностных и психологических качеств обучающегося на основе психологических тестов

Определенный набор личностных и психологических качеств $\{LPK_{ij}\}$, характеризующих каждый вид деятельности ИТ-специалистов TPA_m ($m = 1..N$), где N — количество ИТ-специальностей [12], формируется с использованием множества психологических тестов.

Любой психологический тест можно представить в виде набора:

$$PsT = \langle Q_{PsT}, X_{PsT}, Y_{PsT}, Def_{PsT}, AY_{PsT}, YR_{PsT}, AR_{PsT} \rangle.$$

Здесь:

- Q_{PsT} — множество вопросов теста;
- X_{PsT} — множество ответов обучающегося;
- Y_{PsT} — множество выходных значений психологического теста;
- Def_{PsT} — пространство допустимых выходных значений психологического теста;
- AY_{PsT} — алгоритм получения результатов психологического теста;
- YR_{PsT} — множество интерпретаций результатов психологического теста;
- AR_{PsT} — алгоритм интерпретации результатов психологических тестов.

После обязательного психологического тестирования на основании результатов прохождения тестов оценивается, насколько личностные и психологические качества обучающегося соответствуют качествам, необходимым ИТ-специалисту в силу квалификационных требований, разработанных в соответствии с профессиональным стандартом в области «Информационные технологии» (раздел «Саморазвитие») [5, 13]. Для уточнения индивидуальных особенностей личности могут быть предложены дополнительные тесты [14]. Результаты тестирования являются основой для принятия решений по выбору вида деятельности обучающегося при переходе к промышленному программированию.

2.3. Информационное управление процессом обучения информационным технологиям

Информационное управление процессом обучения информационным технологиям предполагает автоматизированный подбор заданий для обучающе-

гося по темам в зависимости от скорости и качества решения им задач в процессе обучения, а также предварительную настройку параметров алгоритмов роевого интеллекта при построении траектории обучения с учетом личностных и психологических качеств обучающегося.

На первом этапе обучающемуся предлагаются типовые задачи. Для выбора алгоритма роевого интеллекта, соответствующего поведению обучающегося, на данном этапе используется таксономия учебных задач Блума [15, 16]. Обучающемуся известно, сколько баллов он получит за решение каждой конкретной задачи. Стоимость задач определяется по степени их сложности в соответствии с методикой Блума: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка. На основании того, какие задачи выбирает обучающийся для решения, ему сопоставляется соответствующий алгоритм роевого интеллекта:

- если обучающийся проявляет интерес к более сложным задачам (анализа, синтеза, оценки) и пытается их решать, для построения траектории его подготовки целесообразно использовать алгоритм роя пчел;
- если обучающийся набирает баллы за счет решения большого количества простых задач (на знание, понимание, применение), целесообразно для построения траектории подготовки использовать алгоритм муравьиной колонии.

На основании задач, которые обучающийся не решил или на решение которых он потратил много попыток, система определяет пробелы в его знаниях и для их устранения предлагает решить дополнительные простые задачи по соответствующим темам. За решение дополнительных задач баллы не начисляются.

На данном этапе система анализирует стратегию решения задач обучающимся, на основании чего определяется соответствующий ему алгоритм роевого интеллекта, который далее будет использован в процессе обучения промышленному программированию для выбора траектории обучения ИТ-специалиста.

Любой учебный курс UK можно представить набором:

$$UK = \langle T_{UK}, P_{UK}, TT_{UK}, KR_{UK} \rangle.$$

Здесь:

- T_{UK} — теоретическая часть учебного курса;
- P_{UK} — множество задач, которые необходимо решить в рамках учебного курса;
- TT_{UK} — множество теоретических тестов, которые необходимо выполнить в рамках учебного курса;
- KR_{UK} — контрольная работа, которую необходимо выполнить для оценки качества усвоения учебного курса.

Любую задачу учебного курса можно представить набором:

$$P_{UK} = \langle PL_{UK}, DA_{UK}, TP_{UK}, DST_{UK}, RTP_{UK} \rangle.$$

Здесь:

- PL_{UK} — язык программирования;

$$PL_{UK} = \{pl_{UK}\}, pl_{UK} = (pl_{UK_1}, \dots, pl_{UK_n}), n = NPL_{UK};$$

где pl_{UK} — элемент множества языков программирования из NPL_{UK} , которые используются для решения задач;

- DA_{UK} — авторское решение задачи;
- TP_{UK} — тесты для оценки качества решения задач. Тест для каждой задачи можно представить набором:

$$TP_{UK} = \langle Xp_{UK}, Yp_{UK} \rangle,$$

где:

— Xp_{UK} — множество входных данных теста задачи;

$$Xp_{UK} = \{xp_{UK}\}, xp_{UK} = (xp_{UK_1}, \dots, xp_{UK_n}),$$

где xp_{UK} — входные значения тестов, n — количество тестов в задаче;

— Yp_{UK} — множество выходных значений теста задачи:

$$Yp_{UK} = \{yp_{UK}\}, yp_{UK} = (yp_{UK_1}, \dots, yp_{UK_n}),$$

где yp_{UK} — выходные значения тестов;

- DST_{UK} — решение задачи обучающимся;
- RTP_{UK} — результат решения обучающимся задачи на основании проверки тестов. Результаты тестов можно представить следующим набором:

$$RTP_{UK} = \langle XRp_{UK}, YRp_{UK} \rangle,$$

где YRp_{UK} — множество значений результатов тестов, полученных на основе решения обучающегося:

$$YRp_{UK} = \{yRp_{UK}\}, yRp_{UK} = (yRp_{UK_1}, \dots, yRp_{UK_n}).$$

На основе решения задачи обучающимся DST_{UK} определяется алгоритм получения выходных значений теста на основе входных:

$$xp_{UK_i} \rightarrow yRp_{UK_i}, \forall xp_{UK_i}.$$

Для любой задачи i -й тест считается пройденным, если выполняется условие:

$$yp_{UK_i} = yRp_{UK_i}, i = 1..n.$$

Все теоретические тесты в системе можно представить набором:

$$TT_{UK} = \langle Qtt_{UK}, Xtt_{UK}, YAtt_{UK}, Btt_{UK}, Yott_{UK}, AYtt_{UK} \rangle.$$

Здесь:

- Qtt_{UK} — множество вопросов теста;
- Xtt_{UK} — множество вариантов ответов на вопросы;
- $YAtt_{UK}$ — множество правильных ответов на вопросы теста;
- Btt_{UK} — баллы за правильные ответы;
- $Yott_{UK}$ — множество результатов ответов обучающегося на вопросы теста;

- $Aytt_{UK}$ — формула получения результатов теоретического теста:

$$Aytt_{UK} = \sum_{i=1}^{NXtt_{UK}} Btt_{UK},$$

$$\forall xtt_{UK} \in Qtt_{UK}, yott_{UK_i} = yatt_{UK_i},$$

где $NXtt_{UK}$ — количество вариантов ответа теоретического теста.

По результатам решения во время изучения основ программирования контрольных работ и теоретических тестов происходит оценка уровня подготовки каждого обучающегося [17].

На основании оценки деятельности обучающегося в рамках учебного курса формируется его рейтинг в системе. Он доступен для каждого обучающегося, зарегистрированного в системе, как доступна и траектория прохождения учебных курсов. Тем самым обеспечивается информационное управление на уровне обучения основам программирования.

Учащийся в процессе прохождения курсов может обратиться за консультацией к другим обучающимся. Если оказание помощи получает подтверждение, то консультирующий получает бонусные баллы и знаки отличия, накопление которых позволяет получить в системе статус консультанта.

Создавать учебные курсы в системе могут преподаватели — пользователи, регистрация которых происходит через подтверждение статуса модератором. При успешном прохождении курсов в системе обучающийся также может перейти в статус преподавателя и создавать свои учебные курсы.

2.4. Ранжирование возможных видов деятельности обучающегося с учетом личностных и психологических качеств

Каждый обучающийся основам информационных технологий характеризуется рядом личностных и психологических качеств LPK_{ij} (i — номер обучающегося, j — номер личностной или психологической особенности), которые зависят от пола и возраста. Уровень (степень выраженности) $U_{LPK_{ij}}$ каждого LPK_{ij} у i -го обучающегося определяется на основании психологических тестов. Множество $\{U_{LPK_{ij}}\}$ влияет на выбор направления саморазвития обучающегося.

Для каждого вида профессиональной деятельности ИТ-специалиста $HPit_k$ необходим определенный набор $\{LPK_{ij}\}$. При этом для некоторых профессий должно быть выполнено условие:

$$U_{LPK_{ij}} \geq U_{minLPK_{kj}},$$

где $U_{minLPK_{kj}}$ — минимальное пороговое значение характеристики, начиная с которого возможен выбор k -й профессии.

Предлагаемый алгоритм определения направления развития ИТ-специалистов включает следующие шаги.

Шаг 1. Прохождение психологических тестов для определения набора числовых значений $\{U_{LPK_{ij}}\}$ каждого i -го обучающегося.

Шаг 2. Исключение направлений развития, для которых $U_{LPK_{ij}} < U_{minLPK_{kj}}$. На данном шаге обуча-

ющийся имеет возможность пройти тренинги для улучшения личностных и психологических качеств, оценка которых показала их несоответствие выбранному направлению развития.

Шаг 3. Для оставшихся направлений развития осуществляется нормирование $U_{LPK_{ij}}$ по формуле:

$$U_{normLPK_{ij}} = \frac{U_{LPK_{ij}}}{U_{maxLPK_{ij}}}.$$

Здесь:

- $U_{normLPK_{ij}}$ — нормированное значение j -го личностного или психологического качества для i -го обучающегося;
- $U_{maxLPK_{kj}}$ — максимальное значение j -го личностного или психологического качества для k -й профессии.

Шаг 4. Определение для каждого обучающегося нормированного значения уровня соответствия $U_{cLPK_{ik}}$ каждому k -му направлению развития ИТ-специалиста:

$$U_{cLPK_{ik}} = \sum_j U_{normLPK_{ijk}}.$$

Шаг 5. Расчет процентного отношения δ_{LPK_i} уровня соответствия i -го обучающегося k -й профессии:

$$\delta_{LPK} = \frac{U_{LPK_{ik}}}{\sum_k U_{LPK_{ik}}} \cdot 100 \%.$$

По результатам изучения основ информационных технологий обучающийся принимает решение, которое можно охарактеризовать следующим набором:

$$DOSN_{ST} = \langle TPA_{ST}, TR_{LPK_ST}, ARI_{ST}, ROSN_{ST} \rangle,$$

Здесь:

- TPA_{ST} — выбранное направление подготовки. Для принятия решения по определению вида деятельности обучающемуся предоставляется информация в процентном соотношении по видам деятельности с учетом личностных и психологических качеств. Математическая основа выбора вида деятельности описана выше;
- TR_{LPK_ST} — совокупность тренингов, которые необходимо пройти обучающемуся для улучшения необходимых личностных и психологических качеств, соответствующих выбранному виду деятельности [18]. Совокупность тренингов определяется по следующему алгоритму:

$$ATR_{LPK_ST}:$$

$$\{TR_{LPK_ST_i} \mid U_{LPK_ST_i} < U_{LPK_{min_i}}, i = 1..N_{LPK}\},$$

где:

- $U_{LPK_ST_i}$ — уровень развития i -го личностного или психологического качества обучающегося, соответствующего выбранному виду деятельности;
- $U_{LPK_{min_i}}$ — минимальный уровень развития i -го личностного или психологического качества обучающегося, соответствующего выбранному виду деятельности;
- ARI_{ST} — алгоритм роевого интеллекта, наиболее соответствующий поведению обучающегося в процессе решения задач;

- ROS_{ST} — рейтинг обучающихся после изучения основ программирования и информационных технологий, который рассчитывается по формуле:

$$ROS_{ST} = RTP_{STnorm} + BTT_{STnorm} + U_{LPK_STnorm},$$

где:

- RTP_{STnorm} — нормированное значение результатов решения задач обучающимся;
- BTT_{STnorm} — нормированное значение результатов прохождения теоретических тестов обучающимся;
- U_{LPK_STnorm} — нормированное значение уровня развития личностных и психологических качеств обучающегося, соответствующих выбранному виду деятельности.

3. Программное обеспечение и алгоритм повышения эффективности управления процессом обучения информационным технологиям

Метод выбора вида деятельности ИТ-специалиста и обучения основам программирования реализован в программном комплексе SkillsForYou [19]. Для реализации метода используются (рис. 2):

- модуль информационного управления подготовкой ИТ-специалистов;
- математический модуль;
- модуль психоанализа.

В модуле информационного управления обучением основам программирования:

- автоматизирован процесс решения контрольных работ для оценки начального уровня подготовки по программированию;

- реализована возможность создания учебных курсов, включающих теоретическую часть, тесты, практические задачи по программированию;
- автоматизированы процессы оценки знаний обучающихся на основе результатов прохождения ими тестов и решения практических задач.

Подбор параметров алгоритмов и построение траектории обучения осуществляются на основе алгоритма роения пчел и алгоритма муравьиной колонии, реализованных в математическом модуле.

Модуль анализа личностных и психологических качеств обучающихся обеспечивает прохождение психологических тестов, по результатам которых определяется направление подготовки ИТ-специалиста. На основе результатов тестов выполняется оценка структуры интеллекта и профессиональных предпочтений личности, что обеспечивает поддержку принятия решений по рациональному выбору направления подготовки ИТ-специалиста.

Алгоритм рационального управления процессом обучения информационным технологиям с использованием программного комплекса SkillsForYou включает следующие шаги.

Шаг 1. Прохождение введенных в систему тестов на определение уровня развития логического мышления — в модуле анализа личностных и психологических качеств.

Шаг 2. Решение контрольной работы, по результатам которой определяется уровень подготовки обучающегося, — в модуле информационного управления обучением основам программирования.

Шаг 3. Разбиение обучающихся на группы в зависимости от уровня развития логического мыш-



Рис. 2. Структурная схема элементов программного комплекса SkillsForYou, использующихся для выбора вида деятельности ИТ-специалиста и обучения основам программирования

ления, результатов решения контрольной работы, результатов анализа личностных и психологических качеств.

Шаг 4. Выработка системой рекомендаций по выбору направлений подготовки ИТ-специалиста и алгоритма роевого интеллекта, соответствующего личностным и психологическим качествам обучающегося, — с использованием математического блока программного обеспечения.

Шаг 5. Решение типовых задач для выявления проблем по определенным направлениям — на основании нерешенных типовых задач и задач, на решение которых понадобилось много попыток.

Шаг 6. Анализ последовательности и хода решения задач обучающимся для уточнения параметров выбранного алгоритма роевого интеллекта.

Шаги 5–6 повторяются до тех пор, пока обучающийся не достигнет удовлетворительного уровня подготовки.

Шаг 7. Прохождение психологических тестов для определения уровня развития личностных и психологических качеств обучающегося — в модуле анализа личностных и психологических качеств.

Шаг 8. Формирование предложений по направлениям дальнейшего развития — на основании результатов шагов 4–7.

Для запуска разработанного программного обеспечения в эксплуатацию привлекались учителя школ и репетиторы.

В процессе эксплуатации системы выполняется следующая последовательность.

Этап 1. Педагоги, ученики которых показали лучшие знания по программированию на первом курсе университета, выступают в роли пчел-разведчиков. Эти педагоги, выполняя роль обучающихся, проходят новые курсы по основам программирования, разработанные ИТ-компаниями. Система выполняет выбор параметров алгоритма роя пчел в зависимости от ЛПК обучающихся.

Этап 2. Ученики, лучше других успевающие по информатике, выступают в роли пчел-фуражистов. Они проходят курсы, признанные педагогами лучшими и перспективными.

Этап 3. Педагоги, не выполняющие роль пчел-разведчиков, проходят курсы, признанные на этапе 1 лучшими и перспективными. Для формирования траекторий подготовки используются алгоритмы муравьиной колонии.

Этап 4. По траекториям педагогов, полученным на шаге 3, осуществляется подготовка обучающихся на основе алгоритма муравьиной колонии.

Применение разработанных методов, программного обеспечения и алгоритмов обеспечило увеличение количества обучающихся в системе, улучшило результаты решения контрольных работ в системе, повысило успеваемость обучающихся по информатике.

4. Результаты применения разработанного метода

Апробация разработанного метода проводилась в течение двух лет в рамках проекта «Формирование информационно-коммуникационной компетентности работников учреждений образования Могилевской области».

На первом этапе реализации проекта в соответствии с алгоритмом роя пчел из 13 000 специалистов образования Могилевской области было отобрано 613, они были разбиты на группы в зависимости от ЛПК и уровня знаний информационно-коммуникационных технологий.

С целью обмена опытом использования ИКТ на занятия в рамках целевого повышения квалификации отобранных педагогов приглашались высококвалифицированные педагоги и методисты соответствующего профиля, а также представители фирм, разрабатывающих программное обеспечение для учреждений образования. Учебно-тематические планы составлялись в зависимости от профессиональной специфики слушателей и уровня их начальной подготовки.

По результатам обучения все участники проходили онлайн-тестирование на сайте Академии последиplomного образования в соответствии с государственной программой «Комплексная информатизация системы образования Республики Беларусь». Результаты тестирования представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что 70 % (433 из 613) участников проекта «Формирование информационно-коммуникационной компетентности работников учреждений образования Могилевской области» успешно прошли сертификационное онлайн-тестирование.

На всех курсах обучения ИКТ обязательным было выполнение итоговой контрольной работы. Результаты ответа на вопрос: «Будете ли вы использовать полученные знания в практической деятельности?» в рамках выходной диагностики слушателей представлены в таблице 2.

Следующим шагом управления подготовкой педагогов по использованию ИКТ стала организация предметных творческих групп по использованию

Таблица 1

Результаты прохождения онлайн-тестирования знаний ИКТ отобранными педагогами

Количество сертифицированных специалистов ИКТ в категории «Учебно-воспитательная работа»	Количество сертифицированных специалистов ИКТ в категории «Административная работа»
363	70

Результаты диагностики участников проекта «Формирование информационно-коммуникационной компетентности работников учреждений образования Могилевской области»

Максимальное использование полученных знаний, %	Частичное использование полученных знаний, %	Минимальное использование полученных знаний, %
79	20	1

ИКТ в образовательном процессе при всех районных методических объединениях. Руководителями этих групп стали педагоги, прошедшие курсы. Для формирования траекторий подготовки использовался алгоритм муравьиной колонии. В результате был обеспечен максимальный охват подготовки специалистов образования работе с ИКТ.

Организованная система управления подготовкой специалистов, владеющих ИКТ, позволила обеспечить массовый охват педагогических кадров в вопросе повышения информационной образованности педагогов Могилевской области и увеличить число учителей, владеющих ИКТ. По результатам ежегодной сверки кадров специалистов образования за четыре года с начала реализации проекта количество педагогов, применяющих ИКТ в образовательной деятельности, увеличилось на 51 %.

5. Выводы

В статье предложен метод управления процессом обучения информационным технологиям, особенностью которого является использование психологических тестов для оценки личностных и психологических качеств обучающегося, что позволяет в самом начале обучения оценить, насколько личностные и психологические качества конкретного индивида соответствуют работам, которые выполняют специалисты соответствующей области деятельности.

Предложенный метод обеспечивает построение траектории подготовки ИТ-специалиста на основе алгоритмов роевого интеллекта с учетом ЛПК обучающегося. Для количественной оценки вариантов очередного этапа подготовки ИТ-специалиста используется алгоритм роя пчел или алгоритм муравьиной колонии (в зависимости от ЛПК).

Многоэтапное применение разработанного метода позволяет выбрать для каждого конкретного обучающегося рациональную траекторию его обучения с учетом опыта прохождения курсов обучения и траектории развития в данном направлении других обучающихся.

Список использованных источников

1. Приказ Министерства труда России от 21 февраля 2019 года № 103н «Об утверждении профессионального стандарта «Бухгалтер». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_321130/
2. Приказ Министерства труда России от 23 марта 2015 года № 183н «Об утверждении профессионально-

го стандарта «Следователь-криминалист». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178094/

3. Приказ Министерства труда России от 04 августа 2017 года № 616н «Об утверждении профессионального стандарта «Архитектор». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_239571/

4. Приказ Министерства труда России от 14 октября 2014 года № 721н «Об утверждении профессионального стандарта «Логист автомобилестроения». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_118488/

5. Профессиональные стандарты «Связь, информационные и коммуникационные технологии». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157436/6e3921e74efbf1a2a192463f8b7d9cd6a225a004/

6. Новиков А. М. Методология учебной деятельности. М.: Эвгес, 2005. 176 с.

7. Новиков Д. А. Теория управления образовательными системами. М.: Народное образование, 2009. 416 с.

8. Батаршев А. В., Алексеева И. Ю., Майорова Е. В. Диагностика профессионально важных качеств. СПб.: Питер, 2007. 192 с.

9. Елисеев О. П. Практикум по психологии личности. СПб.: Питер, 2010. 512 с.

10. Прядеин В. П. Психодиагностика личности: избранные психологические методики и тесты. Сургут: РИО СурГУ, 2013. 245 с.

11. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 447 с.

12. Жеребина О. Профессиональные стандарты в области ИТ: «инструкция по применению». https://apkit.ru/files/ITStandarts_Zherebina.doc

13. Квалификационные требования (профессиональный стандарт) в области информационных технологий «Программист». <https://standartgost.ru/g/pkey-14293830563>

14. Климов Е. А. Психологическая диагностика в управлении персоналом. М.: РПО, 1999. 184 с.

15. Бактыбаев Ж. Ш. Использование технологии таксономии Блума в учебном процессе вуза // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 1. С. 150–153. http://vestnik.yspu.org/releases/2017_1/31.pdf

16. Локтионова В. А. Технология уровневой дифференциации обучения студентов на основе таксономии учебных задач // Современные проблемы высшего образования. Материалы докладов научно-методической конференции МГТУ. Мурманск: МГТУ, 2001. С. 328–329.

17. Косоногова М. А. Личностно-ориентированный подход к оцениванию уровня учебных достижений обучающихся в среде e-learning // II Сборник трудов молодых ученых и специалистов Белгородской области. Т. 1. Белгород: Константа, 2013. С. 194–198.

18. Кипнис М. Ш. Большая книга лучших игр и упражнений для любого тренинга. М.: АСТ, 2016. 637 с.

19. Янукович С. П., Мрочек Т. В., Ореховский Д. С. Контроль самостоятельной работы студентов ИТ-специальностей посредством автоматизации // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Международной научно-технической конференции (г. Могилев, 25–26 апреля 2019 года). Могилев: Белорусско-Российский университет, 2019. С. 398. <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/9032>

METHOD OF MANAGING THE PROCESS OF LEARNING INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE BASIS OF SWARM INTELLIGENCE ALGORITHMS

S. P. Yanukovich¹

¹ JSC "Mogilev Regional Development Agency"

212017, The Republic of Belarus, Mogilev, Yubileiny bul., 21

Abstract

The article discusses the issues of improving the efficiency of training in information technologies, including the basics of programming; the new method for managing the process of learning information technologies is proposed. Distinctive features of the method are the ability to quantify the personal and psychological qualities of students in information technologies and the use of swarm intelligence algorithms to build a learning path. To improve the efficiency of using the proposed method and algorithms, software has been developed that automates the main stages of the method. The proposed method and algorithms make it possible to improve the management of the learning process due to the rational choice of courses based on swarm intelligence algorithms.

Keywords: managing learning process, IT-specialist, swarm intelligence algorithms, selection of training area, information technologies, programming.

DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-7-32-41

For citation:

Yanukovich S. P. Metod upravljeniya protsessom obucheniya informatsionnym tekhnologiyam na osnove algoritmov roevogo intellekta [Method of managing the process of learning information technologies on the basis of swarm intelligence algorithms]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 7, p. 32–41. (In Russian.)

Received: August 1, 2019.

Accepted: August 20, 2019.

About the author

Svetlana P. Yanukovich, Project Manager, JSC "Mogilev Regional Development Agency", The Republic of Belarus; syanukovich@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8733-9255

References

1. Prikaz Ministerstva truda Rossii ot 21 fevralya 2019 goda № 103н "Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Bukhgalter" [Order of the Ministry of Labor of Russia dated February 21, 2019 No. 103н "On approval of the Professional Standard "Accountant"]. (In Russian.) Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_321130/
2. Prikaz Ministerstva truda Rossii ot 23 marta 2015 goda № 183н "Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Sledovatel'-kriminalist" [Order of the Ministry of Labor of Russia dated March 23, 2015 No. 183н "On the approval of the Professional Standard "Forensic Investigator"]. (In Russian.) Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178094/
3. Prikaz Ministerstva truda Rossii ot 04 avgusta 2017 goda № 616н "Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Arkhitekt" [Order of the Ministry of Labor of Russia dated August 04, 2017 No. 616н "On the approval of the Professional Standard "Architect"]. (In Russian.) Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_239571/
4. Prikaz Ministerstva truda Rossii ot 14 oktyabrya 2014 goda № 721н "Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Logist avtomobilestroeniya" [Order of the Ministry of Labor of Russia dated October 14, 2014 No. 721н "On the approval of the Professional Standard "Logistics of the automotive industry"]. (In Russian.) Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_118488/
5. Professional'nye standarty "Svyaz', informatsionnye i kommunikatsionnye tekhnologii" [Professional Standards "Communication, information and communication technologies"]. (In Russian.) Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157436/6e3921e74efbf1a2a192463f8b7d9cd6a225a004/
6. Novikov A. M. Metodologiya uchebnoj deyatel'nosti [Learning methodology]. Moscow, Ehvges, 2005. 176 p. (In Russian.)
7. Novikov D. A. Teoriya upravleniya obrazovatel'nymi sistemami [Theory of educational systems management]. Moscow, Narodnoe Obrazovanie, 2009. 416 p. (In Russian.)
8. Batarshhev A. V., Alekseeva I. Yu., Mayorova E. V. Diagnostika professional'no vazhnykh kachestv [Diagnostics of professionally important qualities]. Saint Petersburg, Piter, 2007. 192 p. (In Russian.)
9. Eliseev O. P. Praktikum po psikhologii lichnosti [Workshop on personality psychology]. Saint Petersburg, Piter, 2010. 512 p. (In Russian.)
10. Pryadein V. P. Psikhodiagnostika lichnosti: izbrannye psikhologicheskie metodiki i testy [Psychodiagnosics of personality: selected psychological techniques and tests]. Surgut, RIO SurGPU, 2013. 245 p. (In Russian.)
11. Karpenko A. P. Sovremennye algoritmy poiskovoj optimizatsii. Algoritmy, vdokhnovlennyye prirodoy [Modern search engine optimization algorithms. Nature-inspired algorithms]. Moscow, BMSTU, 2017. 447 p. (In Russian.)
12. Zhrebina O. Professional'nye standarty v oblasti IT: "instruktsiya po primeneniyu" [Professional standards in the IT sphere: "manual"]. (In Russian.) Available at: https://apkit.ru/files/ITStandarts_Zhrebina.doc
13. Kvalifikatsionnye trebovaniya (professional'nyj standart) v oblasti informatsionnykh tekhnologii "Programmist" [Qualification requirements (professional standard) in the IT "Programmer"]. (In Russian.) Available at: <https://standartgost.ru/g/pkey-14293830563>
14. Klimov E. A. Psikhologicheskaya diagnostika v upravlenii personalom [Psychological diagnostics in personnel management]. Moscow, RPO, 1999. 184 p. (In Russian.)
15. Baktybayev Zh. Sh. Ispol'zovanie tekhnologii taksonomii Bluma v uchebnom protsesse vuza [Use of Bloom's taxonomy technology in the university educational process]. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik — Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 2017, no. 1, p. 150–153. (In Russian.) Available at: http://vestnik.yspu.org/releases/2017_1/31.pdf
16. Loktionova V. A. Tekhnologiya urovnevoj differentsiatsii obucheniya studentov na osnove taksonomii uchebnykh zadach [The technology of level differentiation of student learning based on the taxonomy of educational tasks]. *Sovremennyye problemy vysshego obrazovaniya. Materialy dokladov nauchno-metodicheskoy konferentsii MGTU [Modern Problems of Higher Education. Proc.*

Scientific-Methodical Conf. of MSTU. Murmansk, MSTU, 2001, p. 328–329. (In Russian.)

17. *Kosonogova M. A.* Lichnostno-orientirovannyj podkhod k otsenivaniyu urovnya uchebnykh dostizhenij obuchayushihhsya v srede e-learning [A personality-oriented approach to assessing the level of educational achievements of students in an e-learning environment]. *II Sbornik trudov molodykh uchenykh i spetsialistov Belgorodskoj oblasti Tom 1 [II Collection of Works of Young Scientists and Specialists of the Belgorod Region. Vol. 1]*. Belgorod, Konstanta, 2013, p. 194–198. (In Russian.)

18. *Kipnis M. Sh.* Bol'shaya kniga luchshikh igr i uprazhnenij dlya lyubogo treninga [Big book of the best games

and exercises for any training]. Moscow, AST, 2016. 637 c. (In Russian.)

19. *Yanukovykh S. P., Mrochek T. V., Orekhovskiy D. S.* Kontrol' samostoyatel'noj raboty studentov IT-spetsial'nostej posredstvom avtomatizatsii [Control of independent work of students of IT specialties through automation]. *Materialy, oborudovanie i resursoberegayushhie tekhnologii. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Materials, Equipment and Resource-Saving Technologies. Proc. Int. Scientific and Technical Conf.]*. Mogilev, Belarusian-Russian University, 2019, p. 398. (In Russian.) Available at: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/9032>

НОВОСТИ

На процессорах «Эльбрус» выпущен дешевый многопользовательский ПК

Институт электронных управляющих машин имени И. С. Брука (ИНЭУМ), который входит в состав концерна «Автоматика» госкорпорации «Ростех», создал новый вариант персонального компьютера — «Эльбрус 801К». Он реализован на базе микропроцессора с отечественной архитектурой «Эльбрус» и работает под управлением ОС «Альт» (бывшая ALT Linux).

ПК дают возможность нескольким пользователям — от двух до шести человек — параллельно работать на одном системном блоке независимо друг от друга. Как поясняют разработчики, это снизит стоимость ПК, например, при оснащении ими компьютерных классов в учебных заведениях — для чего, собственно, и был разработан «Эльбрус 801К».

Пресс-служба концерна «Автоматика» пояснила, что при условии выхода на заказы в объемах порядка нескольких тысяч штук цена оснащения одного рабочего места составит около 30 тыс. руб.

ПК предназначен как для работы, так и для обучения. На нем можно работать с векторной и растровой графикой, с редакторами видеофайлов, а также учиться работать с C++ и Python. Сейчас решается вопрос об использовании на «Эльбрус 801К» в различных учебных заведениях ПО с открытым исходным кодом.

Первое применение «Эльбрус 801К» нашли в учреждении дополнительного образования «Кванториум», которое было открыто в Вологде 26 августа 2019 года.

Новыми ПК оборудовали учебный класс на 30 рабочих мест. При этом фактически в классе будут работать 13 компьютеров: 12 — на два рабочих места и один — на шесть. Внедрение провели концерн «Автоматика» совместно с ИНЭУМ и НЦИ.

По словам гендиректора «Автоматики» Владимира Кабанова, «Эльбрусы» способны обеспечить работу нескольких пользовательских мест одновременно, поэтому подходят для оснащения образовательных учреждений.

В данный момент оборудование проходит тестирование, а разработчики договариваются с Министерством просвещения РФ о дальнейшем масштабировании проекта.

По словам Кабанова, у «Эльбрусов» есть перспективы в сфере обучения разработчиков ПО, например, программистов и системных администраторов. Демонстрационную версию нового ПК планируется установить на площадке для обучения детей в сфере ИТ IT-cube в Вологде.

За последнее время было создано несколько разновидностей ПК на базе процессоров «Эльбрус». Например, в августе концерн «Автоматика» подготовил к серийному производству свой первый персональный компьютер в форм-факторе моноблока (монитор и системный блок в одном корпусе) на базе микропроцессора «Эльбрус-8С». Моноблок получил название «Эльбрус 801М».

Разработчики считают, что «Эльбрус 801М» может привлечь интерес силовых и государственных структур России, участников нефтегазовой отрасли, а также энергетических и транспортных компаний — за счет высокого уровня устойчивости к кибератакам.

В том же месяце «Автоматика» выпустила прототип нового ПК в моноблочном форм-факторе с аппаратной защитой от кибератак. Главной особенностью устройства, получившего название «Бином-КА», стало использование двух независимых компьютеров в едином корпусе. Первый был выполнен на базе «Эльбрус-1С+», а второй — на базе Intel Core четвертого поколения.

В июне ИНЭУМ имени И. С. Брука выпустил линейку компактных промышленных компьютеров на базе российских процессоров «Эльбрус» и «МЦСТ-R». Устройства отличаются повышенным уровнем защиты информации. На старте линейка компьютеров состоит из моделей ПК-1, ПК-2 и ПК-3. Все три устройства могут применяться в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами. Дополнительное финансирование проекта обеспечил Минпромторг России.

(По материалам CNews)