

УДК 378.147:378.018.43

## *ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ КАК ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ*

**А.Е. КАРАСЁВА, К.В. ХОРОШУН, В.Г. МИНЕНКО**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2.*

Авторами обосновано, что технологии искусственного “интеллекта” включают математические методы, полностью пригодные для моделирования и диагностики исследовательской деятельности студентов. Это следующие группы алгоритмов: нейросетевые методы обработки информации, генетические алгоритмы, роевые алгоритмы и системно-когнитивный анализ. В данной работе нас интересуют, прежде всего, роевые алгоритмы – алгоритм интеллектуальных капель воды, алгоритм колонии муравьев и алгоритм летучих мышей. Применение указанных алгоритмов в моделировании исследовательской деятельности студентов неразрывно связано с применением таких математических методов, как методы теории множеств, отношений и графов, методы теории вероятностей и математической статистики, кластерный анализ данных.

**Ключевые слова:** исследовательская деятельность, студент, технологии искусственного “интеллекта”, роевые алгоритмы, моделирование, диагностика.

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнений, что исследовательская деятельность студентов – важнейший фактор (механизм) становления их исследовательской компетентности, а формирование этого личностно-профессионального качества – социальный заказ системе профессионального образования [2, 3, 5 – 12]. Научной основой проектирования технологий педагогического сопровождения исследовательской деятельности студентов являются её модели.

Известно, что высшей формой знания о системах реального мира (объектах или процессах) являются математические модели [1, 4, 7–9, 13, 14]. К сожалению, математические модели всех видов исследовательской работы студентов (УИРС, НИРС и научно-практической работы) разработаны значительно слабее, чем концептуальные и структурно-функциональные модели.

Несмотря на бурное развитие методов прикладной математики (а методы прикладной математики необходимо рассматривать только в контексте современных информационных технологий, в том числе искусственного

“интеллекта”), они по-прежнему слабо используются в моделировании исследовательской работы студентов. Проблема исследования – вопрос: каковы возможности интеллектуальных алгоритмов в моделировании исследовательской работы студентов? Цель исследования – обоснование целесообразности применения интеллектуальных алгоритмов в моделировании исследовательской деятельности студентов.

Ранее авторами статьи была обоснована возможность моделирования преемственности исследовательской деятельности студентов на основе генетических алгоритмов [3]. Это обусловлено тем, что научно-практическая работа студентов (НПРС) отличается от УИРС преемственностью результатов на разных этапах образовательного процесса, однако преемственность не означает “жесткости”, а, наоборот, предполагает вариацию путей дальнейших исследований (результаты исследовательской деятельности на предыдущем этапе могут быть основой для огромного множества последующих исследовательских работ). Генетические алгоритмы (методы эволюционных вычислений) позволяют определять варианты дальнейшей учебно-профессиональной и исследовательской деятельности, но ничего не говорят об оптимальных (для конкретного обучающегося в конкретных условиях!) направлениях этой деятельности.

Анализ существующих “интеллектуальных” методов обработки информации показал, что их можно подразделить на следующие категории: нейросетевые методы, методы эволюционных вычислений (генетические алгоритмы), автоматизированный системно-когнитивный анализ (связан с применением решающих правил) и гибридные методы. Нейросетевые методы необходимы, прежде всего, для факторного анализа исследуемых процессов (т.е. при наличии фактических значений факторов-детерминантов и величины отклика, в нашем случае – параметров результативности исследовательской деятельности студентов и её факторов), когда факторный анализ традиционными методами затруднителен (бывают ситуации, когда исследователь априори не имеет ни малейшего представления о взаимосвязи

между факторами и откликом). Автоматизированный системно-когнитивный анализ необходим для диагностики, т.е. общей идентификации состояния исследуемого объекта или процесса (в нашем случае – исследовательской деятельности студентов), на основе знания состояния компонентов либо частных критериев (характеристических параметров). В нашей работе нас будут интересовать, прежде всего, роевые алгоритмы.

Общая суть роевых алгоритмов в том, что они имитируют поведение объектов реального мира (их называют агентами, или боидами), причём объектов много, они обладают определенными свойствами и поведением. Для алгоритма интеллектуальных капель воды боидами (однородными агентами) являются капли воды (идут по пути, где вынесено наибольшее количество почвы), алгоритма колонии муравьев – муравьи (идут по пути, где оставлено наибольшее количество специального вещества – феромона), алгоритма летучих мышей – летучие мыши (обладают отличной способностью к эхолокации).

Для авторов статьи несомненно, что исследовательская деятельность студентов – многоаспектный феномен, поэтому даже самый мощный универсальный математический метод не в состоянии её полностью отразить; каждый метод может отразить лишь те или иные аспекты. Генетические алгоритмы отражают множество возможных вариантов логических продолжений исследовательской деятельности студента. Но одни и те же варианты могут быть выбраны с разной вероятностью разными студентами (обладающих разными личностно-профессиональными характеристиками и работающими в разных условиях); различной будет и вероятность успешного выполнения того или иного варианта (при условии, если он будет выбран).

Наиболее прост в использовании муравьиный алгоритм (алгоритм колонии муравьев) в моделировании исследовательской деятельности студентов. Суть алгоритма в том, что муравьи, следующие по определенному пути, оставляют специальное вещество – феромон; чем больше феромона будет оставлено на некотором пути, тем большее число боидов (т.е. муравьев)

последуют по этому пути. С точки зрения авторов, информационно-вероятностная модель поведения таких боидов будет выглядеть следующим образом. Пусть  $M$  – число муравьев, прошедших по некоторому пути, то количество оставленного феромона будет  $N = \sum_{i=1}^M n_i$ , где  $n_i$  – количество феромона, оставленного  $i$ -м муравьем. Пусть  $R$  – число путей, на которых оставлен феромон, тогда прогнозируемая относительная частота (вероятность)

выбора боидами  $j$ -го пути  $p_j = \frac{r_j}{\sum_{k=1}^R r_k}$ , где  $r_j$  – количество феромона на  $j$ -м пути.

Предложенная модель отражает вероятность выбора студентами того или иного направления исследовательской деятельности (с одной и той же исходной точки), но не отражает вероятности достижения цели (получения новых научных результатов и т.д.). Более того, подобная модель характерна для конформного социального поведения (“я как все”). Но истинная конкурентоспособность личности в том и состоит, чтобы “выбирать свои пути”. В данной ситуации аналогом феромона являются не новые научные результаты и даже не когнитивные предпосылки (накопленные научные знания для дальнейшего ведения исследований в конкретной области), а всевозможные портфолио, которые будут просто отражать результаты (пусть даже очень похожие!) деятельности.

Алгоритм интеллектуальных капель воды предполагает, что совокупность боидов – река – движется по определенному руслу, оказывает эффект на внешнюю среду (почву), имеет изгибы и смены направлений движения, испытывает воздействие гравитации (гравитационная сила заставляет двигаться капли воды с ускорением) и т.д. Применительно к моделированию исследовательской деятельности студентов, это означает, что вероятность выбора и реализации студентом той или иной траектории исследовательской деятельности зависит от его склонностей (в целом – компетенций), существующих социокультурных условий (играют роль русла, т.е. выщербленной почвы), целевых ориентиров (играют роль гравитационного

<http://ntk.kubstu.ru/file/1529>

притяжения). Социокультурные условия – не уже проведенные исследования в данном направлении (как феромон в муравьином алгоритме), а когнитивные предпосылки для исследования (накопленное обществом научное знание, в том числе из смежных областей, которое может стать научно-теоретической основой исследования), инженерно-технологические предпосылки (например, свободный доступ в Интернет, наличие компьютерных программ для обработки информации, связанной с решением исследовательских задач) и т.д. Целевые ориентиры детерминируются либо социумом, либо жизненными целями, планами и ценностями, мотивами. Например, если индивид хочет устроиться на работу на предприятия пищевой промышленности, то ему целесообразно вести исследования в области ускоренной оценки порчи пищевых продуктов и т.д. Иначе говоря, в модели интеллектуальных капель воды выбор направлений исследовательской деятельности детерминирован не конформизмом, а объективными факторами (точнее, сочетанием объективных и субъективных факторов при доминирующей роли первых).

С точки зрения авторов, именно алгоритм летучих мышей позволяет моделировать исследовательскую деятельность студентов как процесс, детерминированный их личностными факторами (не путать с субъективными факторами!) и социокультурными факторами, точнее, их взаимодействием. Сформированность компетенций и личностно-профессиональных качеств, необходимых для успешного ведения исследовательской деятельности, также являются объективными факторами (как и мотивированность студента к повышению их уровня за счёт исследовательской деятельности). Вероятность выбора того или иного направления исследований зависит от взаимодействия объективных и субъективных факторов при доминирующей роли первых, успешной реализации выбора – от личностных (объективных) факторов. Обоснуем данную точку зрения.

Известно, что алгоритм летучих мышей характеризуется следующими правилами: летучие мыши используют эхолокацию, чтобы анализировать расстояние, а также определять различие между едой и природными

препятствиями; перемещаются случайным образом с определенной скоростью с определенной с определенной стартовой позиции, с фиксированной частотой, но варьируемой длиной волны и громкостью, чтобы найти добычу [13, 14]. Аналогом добычи являются результаты исследовательской деятельности, характеризующиеся определенными параметрами (новизной, теоретической или практической значимостью и т.д.). Иначе говоря, алгоритм летучих мышей позволяет подбирать перспективные и в то же время реализуемые направления исследовательской деятельности, при известных текущих условиях.

**Заключение.** Современные направления прикладной математики открывают широкие перспективы для моделирования больших (очень сложных) систем, к числу которых относятся все разновидности исследовательской работы студентов (УИРС, НИРС и НПРС). Важнейшее достоинство математических методов в моделировании исследовательской работы студентов – их универсальность, инвариантность по отношению к специальностям или направлениям подготовки.

Работа выполнена в рамках исследовательского проекта “Современные информационно-образовательные среды”, выполняющегося при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда от 17.03.2016 года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закиян, Х.С. Адаптация алгоритма интеллектуальных капель воды для решения задач комбинаторики / Х.С. Закиян, В.А. Частикова // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. - № 12, 2015. – С. 140-147.

2. Изотова, Л.Е. Портфолио в системе мониторинга личностно-профессионального развития педагога / Л.Е. Изотова, Д.А. Романов, С.В. Потёмина, Е.А. Федоренко, О.Л. Сычёва // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - № 12 (118), 2014. – С. 92-95.

3. Карасёва (Федюн), А.Е. Генетические алгоритмы как основа моделирования исследовательской работы студентов / А.Е. Карасёва (Федюн), К.В. Хорошун, Р.В. Терюха // Научные труды Кубанского государственного

технологического университета. - № 5, 2015. – С. 323-342.

4. Кушнир, Н.В. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние / Н.В. Кушнир, А.В. Кушнир, Е.В. Анацкая, П.А. Катышева, К.Г. Устинов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. - № 12, 2015. – С. 382-391.

5. Матвейчук, Л.В. Технологии разработки новых образовательных инструментов / Л.В. Матвейчук, Д.А. Романов, Т.Л. Шапошникова, М.Л. Романова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - № 12 (94), 2012. – С. 97-102.

6. Петьков, В.А. Образовательно-производственный кластер как форма государственно-частного партнерства техникума и работодателя / В.А. Петьков // Теория и практика общественного развития. - № 21, 2015. – С. 265-267.

7. Романов, Д.А. Научно-методологические основы математизации педагогической науки и практики / Д.А. Романов // Гуманизация образования. - № 3, 2009. – С. 83-88.

8. Романов, Д.А. Кластерный анализ данных в структуре дидактических информационных технологий (на примере физической культуры) / Д.А. Романов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - № 4 (62), 2010. – С. 88-93.

9. Романов, Д.А. Математическое моделирование в структуре информатизации физического воспитания / Д.А. Романов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - № 1 (71), 2011. – С. 90-95.

10. Романов, Д.А. Современные методы оценки продуктивности исследовательской деятельности / Д.А. Романов, О.Б. Попова, Ю.С. Носова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - № 108, 2015. – С. 725-739.

11. Романова, М.Л. Современные модели исследовательской деятельности педагога / М.Л. Романова, О.В. Пучкина, Е.И. Судоргина, Л.В. Шендрик, А.С. Евмененко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - № 12 (118), 2014. – С. 177-181.

12. Романова, М.Л. Современные модели исследовательской деятельности студентов / М.Л. Романова // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. - № 5, 2014. – С. 150-157.

13. Частикова, В.А. Алгоритм летучих мышей для решения задачи глобальной оптимизации / В.А. Частикова, Е.Ф. Новикова // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. - № 2, 2015. – С. 213-220.

14. Частикова, В.А. Методы роевого интеллекта для совершенствования обучения нейронной сети / В.А. Частикова, Д.С. Остапов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. - № 5, 2015. – С. 206-216.

#### REFERENCES

1. H.S. Zakiyan and V.A. Chastikova (2015) Nauchnyie trudyi Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta, No 12, pp. 140-147.

2. L.E. Izotova etc. (2014) Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, No 12, Vol. 118, pp. 92-95.

3. A.E. Karaseva (Feduun) etc. (2015) Nauchnyie trudyi Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta, No 5 pp. 323-342.

4. N.V. Kushnir etc. (2015) Nauchnyie trudyi Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta, No 12, pp. 382-391.

5. L.V. Matveychuk etc. (2012) Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, No 12, Vol. 94, pp. 97-102.

6. V.A. Petkov (2015) Teoriya i praktika obschestvennogo razvitiya, No 21, pp. 265-267.

7. D.A. Romanov (2009) Gumanizatsiya obrazovaniya, No 3, pp. 83-88.

8. D.A. Romanov (2010) Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, No 4, Vol. 62, pp. 88-93.

9. D.A. Romanov (2011) Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, No 1, Vol. 71, pp. 90-95.

10. D.A. Romanov, O.B. Popova and Yu.S. Nosova (2015) Politematicheskiiy



setevoy electronniy nauchniy jurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, No 108, pp. 725-739.

11. M.L. Romanova etc. (2014) Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, No 12, Vol. 118, pp. 177-181.

12. M.L. Romanova (2014) Nauchnye trudyi Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta, No 5, pp. 150-157.

13. V.A. Chastikova and E.F. Novikova (2015) Nauchnye trudyi Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta, No 2, pp. 213-220.

14. V.A. Chastikova and D.S. Ostapov (2015) Nauchnye trudyi Kubanskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta, No 5, pp. 206-216.

### *INTELLIGENCE ALGORITHMS AS A BASE FOR STUDENTS INVESTIGATE ACTIVITY MODELING*

**A.E. KARASEVA, K.V. KHOROSHUN, V.G. MINENKO**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072.*

The authors proved, that the artificial intelligence technologies includes the mathematical methods, prepared for students investigate activity modeling and assessment. It is such kinds of algorithms, as information processing neural network methods, genetic algorithms, swarm algorithms and system-cognitive analysis. In this paper we interested to swarm algorithms, such as intelligent water drops algorithm, heuristic algorithm and bat algorithm. The using of those algorithms during students investigate activity modeling interrelated with using to such mathematical methods, as methods of sets, relations and graphs theory, methods of probabilistic theory and mathematical statistics, also data clustering.

**Key words:** investigate activity, student, artificial intelligence technologies, swarm algorithms, modeling, assessment.