

К вопросу о формировании научно-исследовательской деятельности студентов-экологов средствами математики

С. И. Торопова¹, Т. М. Мохина²

¹ ассистент кафедры фундаментальной математики, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. ORCID: 0000-0003-0533-5654. E-mail: svetori82@mail.ru

² студентка, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: tmoxina@yandex.ru

Аннотация. В работе установлено, что одним из существенных требований, предъявляемых работодателями к профессиональной подготовке будущих экологов, является приобщение студентов к осуществлению самостоятельных научных исследований. Обосновано, что наиболее эффективным направлением реализации научно-исследовательской деятельности студентов-экологов средствами математики является совместная с преподавателем работа над прикладными исследовательскими проектами в области экологии. Рассмотрен пример подобного проекта, направленного на классификацию районов Кировской области по определенным экологическим показателям с помощью многомерных статистических методов (кластерного анализа, метода корреляционных плед, ранжирования) на пять групп: стабильно благополучные, стабильно неблагополучные, районы с наблюдаемым улучшением экологической ситуации, территории с ухудшением состояния окружающей среды, районы, характеризующиеся умеренными значениями анализируемых показателей и незначительными колебаниями между улучшением и ухудшением экологической ситуации.

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, прикладные исследовательские проекты, студенты-экологи.

Одним из показателей качества высшего образования является востребованность выпускников вузов на рынке труда. Анализ ряда исследований [1; 5; 8; 11], посвященных изучению требований работодателей к профессиональной подготовке будущих экологов, позволил выявить наиболее востребованные ими профессиональные компетенции в области научно-исследовательской деятельности, в частности умение самостоятельно анализировать элементы окружающей среды в полевых и лабораторных условиях, описывать, оформлять документально и представлять результаты исследования; выбирать и применять необходимые инструменты для анализа и обработки информации по вопросам экологии; способность проводить самостоятельные, оригинальные, научно и практически значимые исследования в предметной сфере [5; 11]. К числу приоритетных задач, стоящих в современных условиях перед вузами с точки зрения работодателей, относятся проведение совместных научных исследований, стимулирование творческой активности и исследовательской деятельности студентов [1].

С учетом представленных запросов работодателей необходимой и существенной составляющей повышения конкурентоспособности студентов-экологов является овладение ими исследовательскими компетенциями.

В соответствии с действующими ФГОС ВО экологических направлений подготовки исследовательские компетенции представлены как составляющие профессиональных компетенций наряду с компетенциями в области производственно-технологической, проектной, организационно-управленческой и других видах деятельности.

Проиллюстрируем сказанное на примере ФГОС направления подготовки «Техносферная безопасность» [13], согласно которому у выпускника должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции, соответствующие научно-исследовательской деятельности: способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки, т. е. систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные (ПК-20); способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива (ПК-21); способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ПК-22); способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ПК-23).

Часть общекультурных компетенций ориентирована на формирование научно-исследовательских умений и навыков. Например, способность работать самостоятельно (ОК-8); способность к познавательной деятельности (ОК-10); способность к абстрактному и критическому мышлению, к

принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-11); использование основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, способность применять навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОК-12).

В одной из наших предыдущих работ [12] мы рассматривали возможные направления реализации научно-исследовательской деятельности студентов-экологов средствами математики, в частности решение задач профессиональной направленности исследовательского и олимпиадного характера, подготовка совместных с преподавателем публикаций, реализация прикладных исследовательских проектов в области экологии. Последнему направлению уделялось особое внимание, поскольку в процессе самостоятельного исследования студенты осуществляют создание объективно нового научного знания и осваивают структуру научно-исследовательской деятельности, начиная с формулирования цели, задач, гипотезы исследования, заканчивая оформлением и представлением его результатов.

В упоминаемой работе представлен пример прикладного исследовательского проекта, направленного на классификацию районов Кировской области по экологическому состоянию с помощью методов кластерного анализа на пять групп: районы со стабильно благополучной ситуацией (Афанасьевский, Верхнекамский, Мурашинский, Лузский, Опаринский, Пижанский, Уржумский и Юрьянский); районы с наблюдаемым улучшением экологической ситуации (Вятскополянский, Кикнурский, Котельничский, Оричевский и Яранский); районы, на территории которых зафиксировано ухудшение экологической обстановки (Кильмезский, Омутнинский, Подосиновский); районы со стабильно неблагоприятной ситуацией (Арбажский, Богородский, Лебяжский, Орловский, Санчурский и Фаленский); районы, характеризующиеся незначительными колебаниями между улучшением и ухудшением ситуации (все остальные).

Однако многомерная классификация может быть реализована с помощью других методов математической статистики, например ранжирования и метода корреляционных плеяд. В связи с тем что большие возможности для формирования исследовательских навыков студентов представляет решение задач разными методами, было принято решение о продолжении данного исследования с привлечением указанных статистических методов.

В исследовании [7] подчеркивается важность предварительной классификации загрязняющих веществ и источников их поступления в окружающую среду перед анализом их опасности для здоровья населения. В указанной работе с помощью ранжирования осуществлено распределение химических веществ с учетом объемов их поступления в окружающую среду Красноярского края и его территорий по канцерогенной опасности промышленных выбросов. Метод ранжирования используется также для группировки территорий других субъектов РФ, в частности районов Северо-Западного федерального округа по экологической ситуации [6], муниципальных образований Смоленской области по значению интегрального показателя качества воды [9], территорий г. Казани по уровню загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова и почвы [10].

Представленное выше распределение территорий нашего региона на пять кластеров согласуется с результатами ранжирования, реализованного с помощью табличного процессора MS Excel.

Метод корреляционных плеяд П. В. Терентьева согласно работе [2] эффективен при изучении разных по силе зависимостей, в том числе слабых корреляционных связей, преобладающих во взаимоотношениях человека с окружающей природной средой. Данный метод используется, например, в исследованиях, посвященных классификации территории Приморского края на зоны распространенности болезней определенного класса. В работе [14] рассматриваются болезни системы кожи как индикатора экологозависимой заболеваемости населения от места проживания, в источниках [3] и [2] – болезни органов дыхания и выделительной системы соответственно.

В настоящем исследовании результаты метода корреляционных плеяд согласуются с данными кластерного анализа, в частности выделение корреляционных плеяд при пороговом значении $r = 0,98$ соответствует разбиению на шесть кластеров.

В заключение исследования отметим, что все три рассмотренных метода многомерной классификации дополняют друг друга. Кластерный анализ является наиболее универсальным из них, однако его применение ограничено двумя существенными условиями. Во-первых, использованием специализированного программного обеспечения, отсутствующего в свободном доступе и требующего специальных знаний и навыков. Во-вторых, согласно источнику [2], пакеты прикладных статистических программ при их высокой технологичности могут быть недостаточно эффективны в процессе анализа слабых связей, свидетельствующих о косвенном воздействии природной среды на человека.

Преимуществом метода ранжирования является его простота, возможность реализации с использованием общедоступного программного обеспечения; недостатком – невозможность вычисления расстояния между рангами. Например, данный метод не обеспечивает решение задачи по определению того факта, на сколько объект исследования, которому присвоен первый ранг, превосходит объекты со вторым, третьим и последующими рангами. Установление меры близости изучаемых объектов осуществляется с помощью двух других упоминаемых методов.

Метод корреляционных плеяд относится к числу эвристических приемов, труднореализуемых с помощью программного обеспечения. Его применение связано с определенными вычислительными сложностями. Например, в настоящем исследовании использование данного метода было основано на анализе полной корреляционной матрицы, содержащей 1 600 элементов (размер указанной матрицы равен 40×40 по числу изучаемых территорий: г. Киров и 39 районов Кировской области).

Список литературы

1. Борисова Е. В., Пузырев Н. М. Вопросы взаимодействия работодателей и вуза в подготовке бакалавров направления «Техносферная безопасность» // Современная наука. 2016. № 2. С. 33–38.
2. Веремчук Л. В., Вязова А. В. Метод корреляционных плеяд в определении структуры зависимости заболеваемости выделительной системы с факторами окружающей среды // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. XII. № 3–4. С. 39–41.
3. Кику П. Ф., Ананьев В. Ю., Горборукова Т. В. Распространение болезней органов дыхания в биоклиматических зонах Приморского края // Экология человека. 2011. № 6. С. 43–48.
4. Лавриненко П. А., Рыбаков Д. А. Сравнительный анализ региональных различий в сферах здоровья населения, экологии и здравоохранения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. № 5 (41). С. 198–210.
5. Малькова И. Л. Выявление приоритетных компетенций студентов направления подготовки «Экология» в рамках проекта «Тьюнинг» // Вестник Удмуртского университета. 2012. Вып. 3. С. 147–154.
6. Молчанова Е. В. Оценка региональных медико-эколого-экономических процессов // Экономика российских регионов. 2009. С. 123–130.
7. Новиков С. М. и др. Сравнительная оценка канцерогенных рисков здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ / С. М. Новиков, Т. А. Шашина, Н. С. Додина, В. А. Кислицин, Л. М. Воробьева, Д. В. Горяев, И. В. Тихонова, С. В. Куркатов // Гигиена и санитария. 2015. № 94 (2). С. 88–92.
8. Попова Л. В. Концептуальные подходы к определению базового содержания высшего профессионального экологического образования (естественнонаучное направление) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6098> (дата обращения: 11.05.2018).
9. Сидоренкова Л. М. и др. Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области / Л. М. Сидоренкова, Е. Г. Майорова, В. А. Барсуков, А. В. Авчинников // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2017. Т. 16. № 1. С. 165–172.
10. Степанова Н. В., Валеева Э. Р., Фомина С. В. Подходы к ранжированию городской территории по уровню загрязнения тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. 2015. № 94 (5). С. 56–61.
11. Стурман В. И., Малькова И. Л., Захарова С. А. Анализ рынка труда экологов как необходимое условие формирования образовательных программ направления подготовки «Экология и природопользование» // Вестник Удмуртского университета. 2012. Вып. 4. С. 179–183.
12. Торопова С. И. Математический аппарат как источник формирования и реализации научно-исследовательской деятельности студентов-экологов // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2018. № 7. С. 33–42.
13. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/8348> (дата обращения: 01.11.2017).
14. Ярыгина М. В., Кику П. Ф., Горборукова Т. В. Особенности распространенности болезней системы кожи как индикатора экологозависимой заболеваемости населения в биоклиматических зонах Приморского края // Гигиена и санитария. 2015. № 94 (7). С. 128–134.

On the question of the formation of scientific-research activity of students-ecologists by means of mathematics

S. I. Toropova¹, T. M. Mohina²

¹ assistant of the Department of fundamental mathematics, Vyatka State University. Russia, Kirov.

ORCID: 0000-0003-0533-5654. E-mail: svetori82@mail.ru

² student, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: tmoxina@yandex.ru

Abstract. The paper found that one of the essential employers' requirements for the training of future ecologists is the involvement of students in independent scientific research. It is substantiated that the most effective direction of realization of students-ecologists' scientific research activity by means of mathematics is teamwork on the applied research projects in the field of ecology with the teacher. An example of a similar project is given. It is aimed at classifying districts of the Kirov region according to certain environmental indicators using multi-dimensional statistical methods (cluster analysis, method of correlation pleiades, ranking) into five groups. They are stably prosperous, stably unsuccessful, areas with observable environmental improvement, territories with deterioration of the environment and areas characterized by moderate values of the analyzed indicators and minor fluctuations between environmental improvement and degradation.

Keywords: research activity, tasks of professional ecological orientation, applied research projects, students-ecologists.

Reference

1. Borisova E. V., Puzyrev N. M. *Voprosy vzaimodejstviya rabotodatelej i vuza v podgotovke bakalavrov napravleniya «Tekhnosfernaya bezopasnost'»* [Issues of interaction between employers and universities in the preparation of bachelors in direction "Technosphere safety"] // *Sovremennaya nauka – Modern science*. 2016, No. 2, pp. 33–38.
2. Veremchuk L. V., Vyazova A. V. *Metod korrelyacionnyh pleyad v opredelenii struktury zavisimosti zaboлеваemosti vydelitel'noj sistemy s faktorami okruzhayushchej sredy* [Method of correlation pleiades in determining the dependence structure of morbidity excretory system and environmental factors] // *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij – Herald of new medical technologies*. 2005, vol. XII, № 3-4, pp. 39–41.
3. Kiku P. F., Anan'ev V. YU., Gorborkova T. V. *Rasprostranenie boleznej organov dyhaniya v bioklimaticheskikh zonah Primorskogo kraja* [Wide-spread diseases of the respiratory system in bioclimatic zones of the Primorsk region] // *EHkologiya cheloveka – Human Ecology*. 2011, No. 6, pp. 43–48.
4. avrinenko P. A., Rybakov D. A. *Sravnitel'nyj analiz regional'nyh razlichij v sferah zdorov'ya naseleniya, ehkologii i zdravoohraneniya* [Comparative analysis of regional differences in the areas of health, ecology and healthcare] // *EHkonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz – Economic and social changes: facts, trends, forecast*. 2015, № 5 (41), pp. 198–210.
5. Mal'kova I. L. *Vyyavlenie prioritetnyh kompetencij studentov napravleniya podgotovki «EHkologiya» v ramkah proekta «Tyuning»* [Identification of priority competences of students in the field of "Ecology" within the project "Tuning"] // *Vestnik Udmurtskogo universiteta – Herald of the Udmurt University*. 2012, vol. 3, pp. 147–154.
6. Molchanova E. V. *Ocenka regional'nyh mediko-ehkologo-ehkonomicheskikh processov* [Assessment of regional medical, ecological and economic processes] // *EHkonomika Rossijskikh regionov – Economics of Russian regions*. 2009, pp. 123–130.
7. Novikov S. M. et al. *Sravnitel'naya ocenka kancerogennyh riskov zdorov'yu naseleniya pri mnogosredovom vozdeystvii himicheskikh veshchestv* [Comparative evaluation of carcinogenic risks to public health when multiple effects of chemicals] / Novikov S. M., Shashina T. A., N. S. Dodina, V. A. Kislitsin, L. M. Vorob'eva, D. V. Goryaev, I. V. Tikhonova, S. V. Kurkatov // *Gigiena i sanitariya – Hygiene and sanitation*. 2015, No. 94 (2), pp. 88–92.
8. Popova L. V. *Konceptual'nye podhody k opredeleniyu bazovogo sodержaniya vysshego professional'nogo ehkologicheskogo obrazovaniya (estestvennonauchnoe napravlenie)* [Conceptual approaches to the definition of the basic content of higher professional environmental education (natural science direction)] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*. 2012, No. 2. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6098> (date accessed: 11.05.2018).
9. Sidorenkova L. M. et al. *Integral'naya ocenka kachestva pit'evoy vody centralizovannykh sistem vodosnabzheniya Smolenskoj oblasti* [Integral assessment of drinking water quality of centralized water supply in Smolensk region] / L. M. Sidorenkova, E. G. Mayorova, V. A. Barsukov, A. V. Avchinnikov // *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii – Herald of the Smolensk State Medical Academy*. 2017, vol. 16, No. 1, pp. 165–172.
10. Stepanova N. V., Valeeva E. H. R., Fomina S. V. *Podhody k ranzhirovaniyu gorodskoj territorii po urovnyu zagryazneniya tyazhelymi metallami* [Approaches to urban area ranking by the level of heavy metal pollution] // *Gigiena i sanitariya – Hygiene and sanitation*. 2015, No. 94 (5), pp. 56–61.
11. Sturman V. I., Mal'kova I. L., Zaharova S. A. *Analiz rynka truda ehkologov kak neobhodimoe uslovie formirovaniya obrazovatel'nykh programm napravleniya podgotovki «EHkologiya i prirodopol'zovanie»* – [The analysis of

the labor market of ecologists as a necessary condition for the formation of educational programs in the field of "Ecology and environmental management"] // *Vestnik Udmurtskogo universiteta* – Herald of the University of Udmurt. 2012, vol. 4, pp. 179–183.

12. *Toropova S. I. Matematicheskij apparat kak istochnik formirovaniya i realizacii nauchno-issledovatel'skoj deyatel'nosti studentov-ehkologov* [Mathematical apparatus as a source of formation and realization of scientific-research activity of students-ecologists] // *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* – News of Volgograd State Pedagogical University. 2018, No. 7, pp. 33–42.

13. Federal state educational standard of higher education in the field of training 20.03.01 Technosphere safety. Available at: <http://минобрнауки.рф/документы/8348> (date accessed: 01.11.2017). (in Russ.)

14. *Yarygina M. V., Kiku P. F., Gorborkova T. V. Osobnosti rasprostranennosti boleznej sistemy kozhi kak indikatora ehkologozavisimoy zaboлеваemosti naseleniya v bioklimaticheskikh zonah Primorskogo kraja* [Peculiarities of prevalence of diseases of the skin as an indicator of ecologically dependent morbidity of the population in the bioclimatic zones of the Primorsk territory] // *Gigiena i sanitariya* – Hygiene and sanitation. 2015, No. 94 (7), pp. 128–134.