

Использование геоинформационных систем в профессиональной подготовке студентов вузов, обучающихся эколого-географическим специальностям

М. В. Светлова✉, М. Ю. Меньшакова, Р. И. Гайнанова

Мурманский арктический государственный университет, Российская Федерация
(183038, г. Мурманск, ул. Капитана Егорова, 15)

Аннотация. Цель – методическая разработка задания в программе ArcGIS на основе регионального научного полевого материала, способствующего формированию ГИС-компетенций у студентов вузов, обучающихся эколого-географическим специальностям.

Материалы и методы. Материалами для разработки задания послужили авторские данные полевых научных исследований, проведенных в 2016 году на полуостровах Рыбачьем и Среднем Мурманской области, в ходе которых были выявлены ценопопуляции редких видов растений. Алгоритм выполнения задания основан на методах ГИС-моделирования района исследования и геоанализа с целью определения мезоклимата мест произрастания выявленных ценопопуляций. Апробация проведена на базе Мурманского арктического государственного университета в группе студентов-экологов. Для оценки успешности выполнения задания применялся метод балльных оценок.

Результаты и обсуждение. Спектр ГИС-задач, решаемых в ходе выполнения задания, включает наиболее востребованные региональными работодателями ГИС-операции. Алгоритм выполнения сопровождается рекомендациями по анализу результирующей карты и влияющих на формирование мезоклимата факторов. Выявлено, что студенты относительно легко овладевают интерфейсом программы и простейшими операциями, сложнее – трансформацией геоизображений и выбором степени прозрачности слоев для корректного их отражения при оверлее.

Выводы. Выполнение задания способствует формированию ГИС-компетенций. Итоговая средняя балльная оценка варьирует от 85 до 94.

Ключевые слова: геоинформационные системы, программа ArcGIS, образовательный процесс, цифровые технологии, информационно-цифровые компетенции, геоинформационные компетенции, полуострова Рыбачий и Средний.

Для цитирования: Светлова М. В., Меньшакова М. Ю., Гайнанова Р. И. Использование геоинформационных систем в профессиональной подготовке студентов вузов, обучающихся эколого-географическим специальностям // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2024, № 1, с. 135-142. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/135-142>

ВВЕДЕНИЕ

Современные реалии информатизации и цифровизации высшего образования диктуют необходимость включения в образовательный процесс новых информационных технологий как неотъемлемого элемента и инструмента формирования информационно-цифровой культуры и профессиональных компетенций у будущих специалистов.

Ряд аспектов данной проблемы обсуждался в научной литературе. Так, Р. М. Сафуанов, М. Ю. Лехмус, Е. А. Колганов [13] отмечают, что в новых условиях цифровизации образования для эффективного преподавания необходимы инструменты создания учебных материалов и эффективной доставки контента и знаний студентам, использование двухкомпонентной информационно-образовательной среды (совмещение ресурсов международных образовательных платформ с контентом собственных разработок).

О. С. Аникеева, И. В. Лебедева, А. А. Плехулина [1], рассматривая вопросы использования геоинформационных технологий в образовательном процессе, в т.ч. в высшей школе, справедливо полагают, что данные проблемы решаются путем реализации обучающего потенциала ГИС-технологий в информационно-образовательной среде. Авторы Б. П. Питерский, А. И. Яшин, М. А. Щиголева, Т. Р. Богданов [15] обращают внимание на сочетание академической и прикладной направленности структуры и содержательного наполнения дисциплинарного курса «Геоинформационные системы» для студентов, обучающихся информационным и компьютерным специальностям, что обеспечивает формирование широкого спектра траекторий обучения ГИС-технологиям в соответствии с запросами общества, работодателей и студентов.

Методическим особенностям разработки и реализации обучения ГИС-технологиям, формированию ГИС-компетенций у студентов непрофильного гео-

© Светлова М. В., Меньшакова М. Ю., Гайнанова Р. И., 2024

✉ Светлова Марина Всеволодовна, e-mail: marina-svetlova@bk.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

информационного (экологического, биологического, географического (в т.ч. педагогического), информационно-компьютерного) образования посвящены работы Е. А. Сливы, О. И. Белякова, Д. С. Маркова, В. И. Гинко, А. Д. Малыгина и других авторов.

Е. А. Слива [14] отмечает необходимость разработки методических подходов к изучению базовых ГИС-технологий на основе региональных картографических материалов. О. И. Беляков [3] заостряет внимание на привлечении современных методов и средств работы с геопространственной информацией (неогеография и системы глобального мониторинга и навигации) при разработке и актуализации содержания учебного курса. Д. С. Марков, В. И. Гинко, А. Д. Малыгин [11] излагают основные принципы разработки и использования геоинформационных программно-методических комплексов при организации дистанционного обучения в вузе.

Для Мурманской области как приморского региона данная проблема представляет особый интерес. Это связано с тем, что приморский регион представляет собой сложную геосистему, границы которой значительно шире его административно-территориальных границ (включают территорию суши и акваторию омывающих морей), что обусловлено функциональной (природной, социальной, экономической) связью суши с морем [8]. Отсюда возникает необходимость формирования у будущих специалистов-экологов профессиональных геоинформационных компетенций с учетом региональных особенностей, которые необходимы для работы на региональных предприятиях и отражены в требованиях региональных работодателей.

Ключевая задача нашей работы – методическая разработка задания в геоинформационной среде на основе регионального (научного полевого) материала, выполнение которого будет способствовать формированию ГИС-компетенций у студентов вузов, обучающихся эколого-географическим специальностям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Среди обширного перечня цифровых платформ работы с геоинформацией особую популярность имеют географические информационные системы, в частности программа ArcGIS 10.8.1, настольная версия (полнофункциональный уровень ArcInfo). Программа имеет модульную структуру, включает 3 базовых модуля и ряд встраиваемых дополнительных модулей, расширяющих возможности базовых. Базовые модули представлены программными приложениями ArcMap (для работы с картой), ArcCatalog (для работы с данными и базами данных) и ArcToolBox (набор инструментов). В программе открыт доступ к online-версии с набором данных и базовых карт.

В данной программе нами было разработано задание и проведена его апробация на базе Мурманского арктического государственного университета (МАГУ). Задание размещено в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) на сайте МАГУ в электронном курсе ГИС-дисциплины. Задание выполнялось студентами 3 курса, обучающимися по направлению подготовки «Эко-

логия и природопользование», на практических занятиях в компьютерном классе в рамках изучения дисциплины «Геоинформационные системы в экологии и природопользовании». Продолжительность практического курса для выполнения задания составляет 8 академических часов.

Материалами для разработки задания послужили данные полевых научных исследований, проведенных летом 2016 года на полуостровах Рыбачьем и Среднем, входящих в состав территории Мурманской области, в ходе которых были выявлены ценопопуляции редких видов растений на территории созданного в 2014 году природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» [4-7,12]. В полевых условиях данные фиксировались при помощи GPS навигатора, были оформлены в слой с расширением для ArcGIS, содержащий пространственные и атрибутивные характеристики выявленных редких видов растений.

В задании предлагается с помощью функционала ArcGIS и с использованием данных полевых исследований в районе полуостровов Рыбачий и Средний создать картографическую геоинформационную модель территории с ареалами местообитаний выявленных редких видов растений, включающую климатические условия района, и с помощью оверлейного анализа слоев определить мезоклимат мест их произрастания.

Для оценки успешности выполнения задания и освоения геоинформационных операций применялся метод балльных оценок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектр геоинформационных задач, решаемых в ходе выполнения задания, включает наиболее востребованные региональными работодателями геоинформационные операции и функции: создание тематических слоев, добавление данных на карту, пространственную привязку и трансформирование геоизображений, дигитайзинг и трассировка, оформление карт, работу с таблицами атрибутов и с базами данных, оверлей, геоинформационное моделирование и геоанализ.

Последовательность выполнения работ (алгоритм выполнения задания) включают как простые, так и сложные ГИС-операции: добавление базовой карты (топографическая карта из ArcGIS online); установление масштаба создаваемой карты; создание слоя с границами Мурманской области (через добавление слоя с границами субъектов Российской Федерации из ArcGIS online); подключение к папке и загрузка слоя с полевыми данными; открытие таблицы атрибутов слоя с полевыми данными (знакомство с таблицами атрибутов); нумерация мест произрастания выявленных видов растений (работа с панелью инструментов «Надписи»); создание и группировка составных тематических слоев (работа с базой и каталогом данных); последовательное создание и оформление редактируемых векторных шейп-файлов (слоев) для наполнения составных тематических слоев, включающее пространственную привязку (выбор системы координат и трансформирование геоизображений), оцифровку (дигитайзинг) электронных карт из атласа Мурманской области [2] и оформление таблиц атрибутов для вновь создаваемых объектов (работа

с панелями инструментов «Пространственная привязка», «Редактор», «Расширенное редактирование» и др.); аналитические оверлейные операции тематических слоев и идентификация объектов и показателей с целью определения мезоклимата мест произрастания обнаруженных видов растений; связывание таблиц атрибутов созданных тематических слоев с таблицей атрибутов слоя с полевыми данными (работа с таблицами); компоновка результирующей карты, оформление легенды.

В предложенной нами методической разработке используется авторские данные полевых научных исследований, которые в ходе выполнения задания встраиваются в создаваемую ГИС-модель района исследования, после чего производится её геоанализ.

На рисунке 1 показан этап открытия таблицы атрибутов слоя с местами произрастания выявленных редких видов растений на территории полуостровов Рыбачий и Средний.

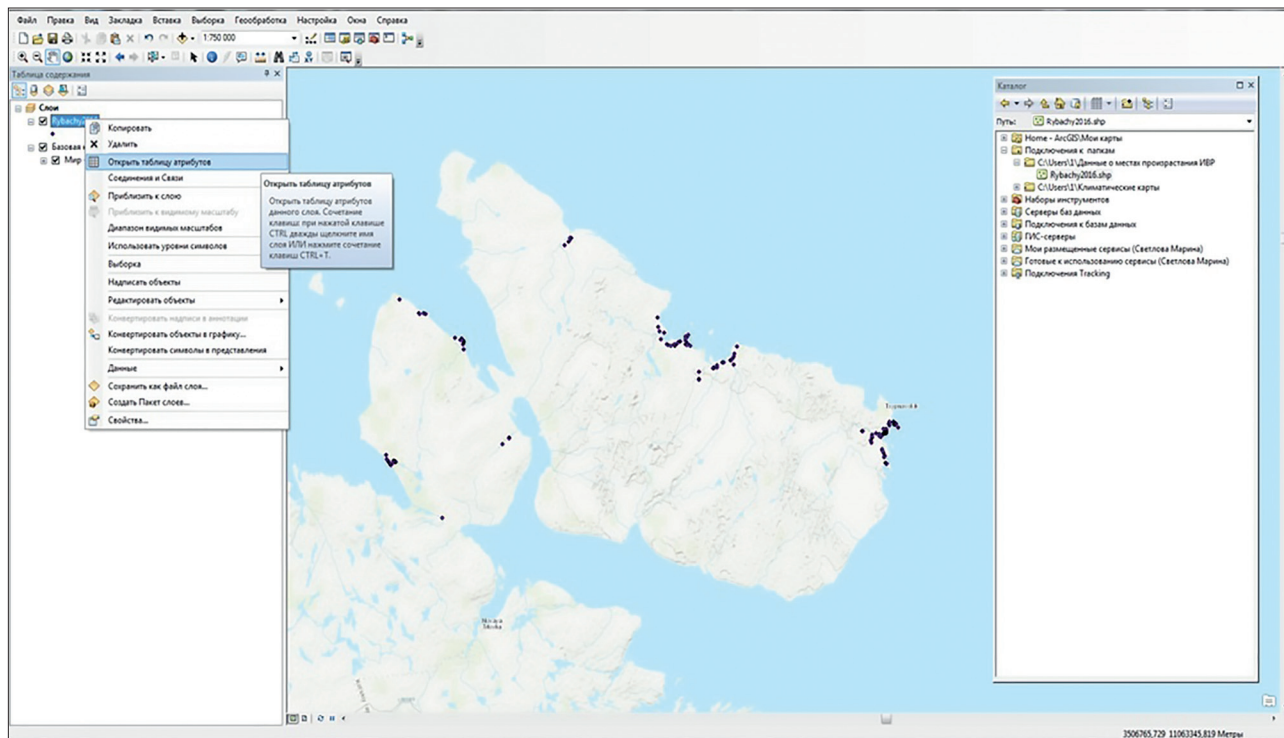


Рис. 1. Открытие таблицы атрибутов слоя с местами произрастания редких видов растений на территории национального парка «Полуострова Рыбачий и Средний»
[Fig. 1. Opening a layer attribute table with places where rare plant species grow in the national park «Rybachy and Sredniy Peninsulas»]

Необходимо отметить, что, несмотря на кажущуюся простоту, при оцифровке границ географических объектов могут возникать определенные сложности, обусловленные изменением масштаба отображения области дигитайзинга. При укрупнении масштаба снижается степень генерализации границ объектов, при которой линии и конфигурации границ усложняются, а при возвращении к исходному, более мелкому, масштабу степень генерализации увеличивается, линии сглаживаются, конфигурации упрощаются. В итоге на результирующем геоизображении, представленном в более мелком масштабе, оцифрованные при крупном масштабировании линии и конфигурации границ могут не совпадать с таковыми на исходной карте, по которой делается оцифровка.

Наибольшую сложность для студентов составили работы по пространственной привязке карт из электронного атласа Мурманской области. Это связано с тем, что в основе электронной версии атласа лежит его первичная версия на бумажном носителе, карты которого не имеют координатной сетки, составлены в неопределенных

проекциях, границы ряда объектов (в т.ч. полуостровов Рыбачий и Средний) на них значительно обобщены или имеют неадекватные детали. Такие карты слабо поддаются адекватной обработке в геоинформационной среде.

В ходе работы по трансформации геоизображений в рамках пространственной привязки встает проблема выбора контрольных точек и необходимость изменения порядка трансформации (переход от полинома 1-го порядка к полиномам более высоких порядков), чтобы снизить невязки и ошибки трансформации. Однако абсолютного совпадения контуров границ объектов в силу наличия их погрешностей на различных картах атласа практически не удастся избежать. Так, например, при пространственной привязке общей климатической карты «Осадки, температура воздуха, направление и скорость ветра» при трансформировании геоизображения необходимо перейти от полинома 1-го порядка к подгонке (рис. 2). На рисунке видны несовпадения территориальных границ на карте атласа и в слое с границами Мурманской области.

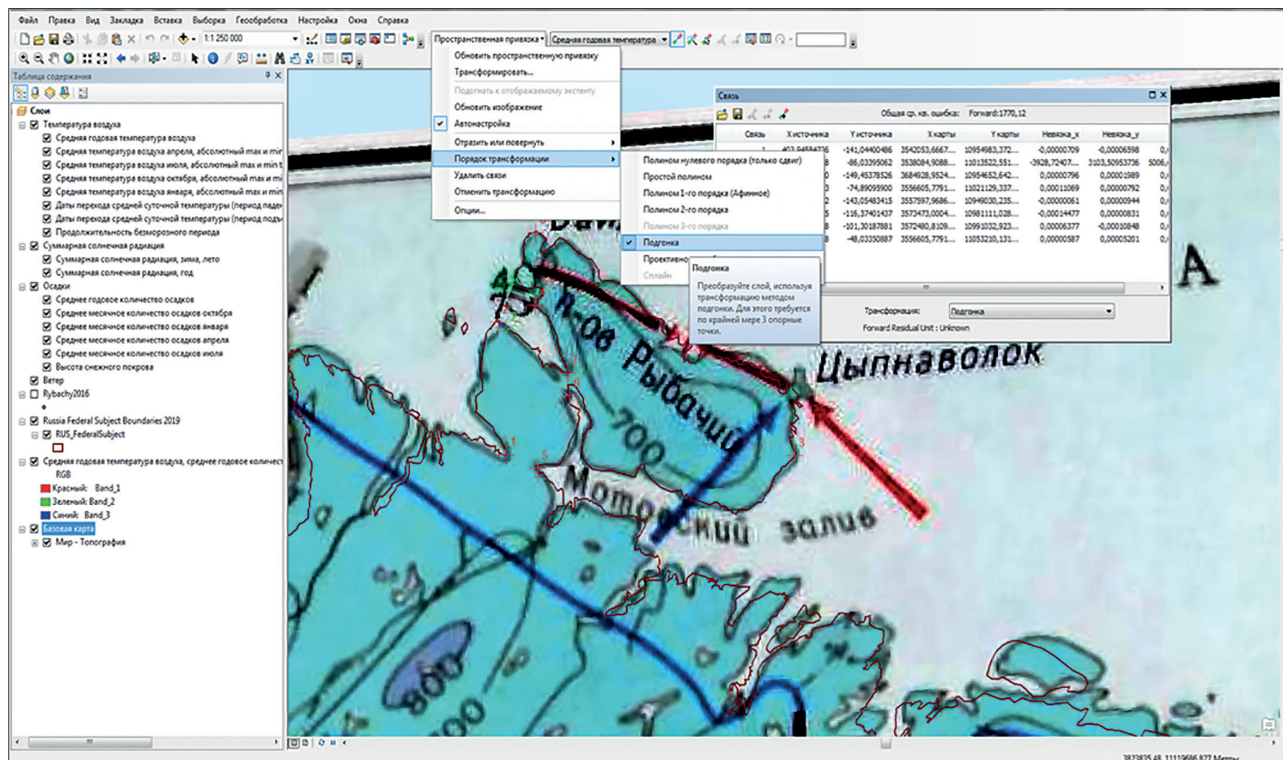


Рис. 2. Пространственная привязка карты «Осадки, температура воздуха, направление и скорость ветра» из атласа Мурманской области для создания редактируемых слоев
 [Fig.2. Spatial reference of the map «Precipitation, air temperature, wind direction and speed» from the atlas of the Murmansk Region to create editable layers]

В ряде случаев при трансформации геоизображений необходимо применение метода сплайн-аппроксимации, в ходе которого слой с геоизображением трансформируется по принципу «резинового листа». При этом слой с геоизображением приобретает свойство пластичности за счет изменения коэффициентов в полиномиальном уравнении высокого порядка на каждом интервале геоизображения, обеспечивая в итоге более или менее удовлетворительную его привязку. Такой порядок трансформации применялся, например, при пространственной привязке карт «Суммарная солнечная радиация» из электронного атласа, на которых границы полуостровов Рыбачий и Средний имеют значительную степень искажения.

Также значительно сложнее дается выбор цветовой палитры и степени прозрачности слоев в связи с тем, что при оверлейном наложении одновременно всех тематических слоев (или их части) в ходе анализа результирующей карты затрудняется восприятие данных в случае, если они плохо или вообще не просматриваются, либо цветовая палитра выбрана неудачно. На рисунке 3 представлена результирующая карта по оверлею климатических тематических слоев, на которой активные для просмотра данные при комплексном наложении достаточно легки для визуального восприятия. На базовой карте, лежащей в основании оверлея слоев, не поддающейся редактированию, просматриваются названия ряда географических объектов, озерно-речная сеть и т.п.

После создания картографической геоинформационной модели территории с ареалами местообитаний выявленных редких видов растений, включающей климатические условия района, студенты приступают к анализу результирующей карты и определению мезоклимата мест произрастания видов.

В ходе анализа представленные на тематических слоях данные последовательно активируются студентами, затем активные данные идентифицируются. Это облегчает визуальное восприятие карт и представленной на них тематической информации и включение в геоинформационный аналитический процесс.

Результаты анализа для удобства студенты могут свести в таблицу. В этом случае таблица должна содержать столбцы: номер местоположения (с 1 по 153), географические координаты местоположения, названия редких видов, а также видов, слагающих фитоценоз в данном месте, перечень климатических показателей, ключевые факторы климатообразования. Для отображения таблицы в геоинформационной среде необходимо дополнить соответствующими столбцами атрибутивную таблицу слоя с полевыми данными и присоединить к нему данные из тематических слоев.

Для оценки успешности выполнения задания и освоения ГИС-операций, способствующих формированию геоинформационной компетентности у студентов-экологов, нами была разработана 100-балльная оценочная шкала.

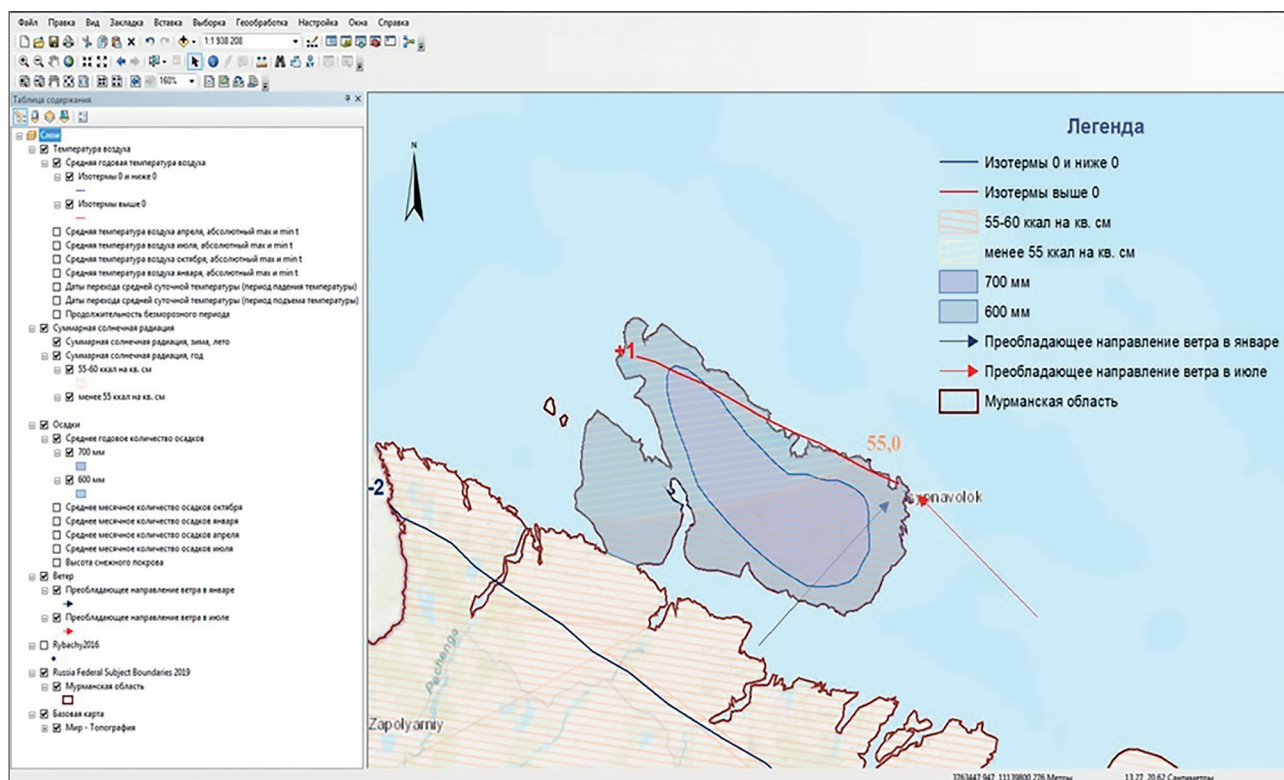


Рис. 3. Результирующая карта с величинами суммарной годовой солнечной радиации, средних годовых температур воздуха и количества осадков, преобладающими направлениями ветра в январе и июле
 [Fig. 3. The resulting map with the values of total annual solar radiation, average annual air temperatures and precipitation, and prevailing wind directions in January and July]

Результаты выполнения заданий и освоения ГИС-операций студентами показали: около 65 % студентов достаточно успешно справились с заданием, а около 35 % испытывали в той или иной степени значительные затруднения, им понадобилось больше времени на его выполнение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, выполнение задания позволяет студентам глубже освоить не только дисциплины геоинформационного и картографического профиля, но и экологического, географического профиля. Полученные в результате выполнения задания умения и навыки геоинформационного моделирования и анализа способствуют формированию ГИС-компетентности, информационно-цифровой культуры и профессиональному становлению будущих специалистов в области экологии и природопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникеева О. С., Лебедева И. В., Плетухина А. А. Проблемы и перспективы использования геоинформационных технологий в образовательном процессе // *Проблемы и перспективы педагогического образования*, 2018, № 60-3, с. 18-21.
2. *Атлас Мурманской области*. – URL: <https://kolamap.ru/img/1971/1971.html> (дата обращения: 10.08.2023). – Текст: электронный.
3. Беляков О. И. Учебный курс «Геоинформационные системы»: актуализация содержания // *Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Беллинского. Серия: Естественные науки*, 2012, № 29, с. 301-304.

4. Гайнанова Р. И., Меньшакова М. Ю. Ценопопуляции горечавки золотистой (*Gentianella aurea* (L.) N. Smith) на территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» // *Естественные науки*, 2017, № 4 (61), с. 27-31.
5. Гайнанова Р. И., Меньшакова М. Ю. Ценопопуляции родиолы розовой на территории природного парка «Полуостров Рыбачий и Средний» // *Естественные и технические науки*, 2016, № 11 (101), с. 46-49.
6. Гайнанова Р. И., Меньшакова М. Ю. Разработка базы данных о состоянии популяций редких видов растений природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» // *Материалы региональной научно-практической конференции «Путь в науку»*, 2018, с. 102-105.
7. Гайнанова Р. И., Меньшакова М. Ю. Разработка электронного кадастра редких видов растений природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» // *Сборник материалов международного симпозиума «Территориальная охрана природы: от теории к практике»*, 2020, с. 23-27.
8. Денисов В. В., Митина Е. Г., Светлова М. В. Особенности подготовки специалистов в области регионального природопользования (на примере приморского региона) // *Самарский научный вестник*, 2018, т. 7, № 1 (22), с. 251-255.
9. Епринцев С. А. *ГИС-технологии: основы работы с программным пакетом ArcGIS 10.2: учебное пособие для вузов*. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2015. 63 с.
10. Лебедев С. В., Нестеров Е. М. Пространственное ГИС-моделирование геоэкологических объектов в ArcGIS: учебник. Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. 260 с.
11. Марков Д. С., Гинко В. И., Малыгин А. Д. Развитие геоинформационных компетенций у студентов, обучающихся по образовательной программе «История; География» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое

образование // Самарский научный вестник, 2022, т. 11, № 1, с. 307-313.

12. Меньшакова М. Ю., Гайанова Р. И., Поторочин Е. О. Распространение редких видов растений на территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» (Мурманская область) // Вестник Воронежского университета. Серия: География. Геоэкология, 2022, № 2, с. 71-77.

13. Сафуанов Р. М., Лехмус М. Ю., Колганов Е. А. Цифровизация системы образования // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия экономика, 2019, № 2 (28), с. 108-113.

14. Слива Е. А. Использование контекстного подхода при обучении базовым геоинформационным технологиям бакалавров непрофильного геоинформационного образования: автореф. дисс. ... кандидата пед. наук. Нижневартовск, 2018. 23 с.

15. Сочетание академической и прикладной направленности в методологии дисциплины обучения «Геоинформационные системы» / Б. П. Питерский, А. И. Яшин, М. А. Щиголе-

ва, Т. Р. Богданов // Материалы XXVI международной научно-методической конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество», 2020, с. 219-222.

16. Федорян А. В. Применение технологии геоинформационных систем в природообустройстве и водопользовании. Москва: Директ-Медиа, 2022. 192 с.

17. Шихов А. Н., Черепанова Е. С., Пьянков С. В. Геоинформационные системы: методы пространственного анализа: учебное пособие. Пермь: Издательство Пермского государственного национального исследовательского университета, 2017. 88 с.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 18.05.2023

Принята к публикации: 01.03.2024

TEACHING METHODOLOGY, CHRONICLE

UDC 378.147:004.9:502.3

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/135-142>

Use of geographic Information Systems in the Professional Training of University Students Studying Environmental and Geographical Specialties

M. V. Svetlova , M. Yu. Menshakova, R. I. Gainanova

Murmansk Arctic State University, Russian Federation
(15, Captain Egorov str., Murmansk, 183038)

Abstract. The purpose is the methodological development of a task in the ArcGIS program based on regional scientific field material that contributes to the formation of GIS competencies among university students studying environmental and geographical specialties.

Materials and methods. The materials for developing the assignment were the author's data from field scientific research conducted in 2016 on the Rybachy and Sredny peninsulas of the Murmansk region, during which cenopopulations of rare plant species were identified. The algorithm for completing the task is based on GIS modeling methods of the study area and geoanalysis in order to determine the mesoclimate of the growing areas of the identified cenopopulations. The testing was carried out on the basis of the Murmansk Arctic State University in a group of environmental students. To assess the success of completing the task, the scoring method was used.

Results and discussion. The range of GIS tasks solved during the task includes the GIS operations most in demand by regional employers. The implementation algorithm is accompanied by recommendations for analyzing the resulting map and the factors influencing the formation of the mesoclimate. It was revealed that students relatively easily master the program interface and simple operations; it is more difficult to master the transformation of geoinformation and selecting the degree of transparency of layers for their correct reflection in the overlay.

Conclusions. Completing the task contributes to the development of GIS competencies. The final average score ranges from 85 to 94.

Keywords: geographic information systems, ArcGIS program, educational process, digital technologies, information and digital competencies, geoinformation competencies, Rybachy and Sredny peninsulas.

For citation: Svetlova M. V., Menshakova M. Yu., Gainanova R. I. Use of Geographic Information Systems in the Professional Training of University Students Studying Environmental and Geographical Specialties. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2024, no. 1, p. 135-142. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/135-142>



REFERENCES

1. Anikeeva O.S., Lebedeva I.V., Pletuhina A.A. Problemy i perspektivy ispol'zovaniya geoinformacionnyh tehnologij v obrazovatel'nom processe [Problems and prospects for using geographic information technologies in the educational process]. *Problemy i perspektivy pedagogicheskogo obrazovaniya*, 2018, no. 60-3, pp. 18-21. (In Russ.)
2. *Atlas of the Murmansk region*. – URL: <https://kolamap.ru/img/1971/1971.html> (accessed 10.08.2023). – Text: electronic. (In Russ.)
3. Beljakov O.I. Uchebnyj kurs «Geoinformacionnye sistemy»: aktualizacija sodержaniya [Training course «Geographic information systems»: updating the content]. *Izvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo. Serija: Estestvennye nauki*, 2012, no. 29, pp. 301-304. (In Russ.)
4. Gajnanova R.I., Men'shakova M.Ju. Cenopopuljacija go-rechavki zolotistoj (Gentianella aurea (L.) H. Smith) na territorii prirodnoho parka «Poluostrova Rybachij i Srednij» [Cenopopulations of golden gentian (Gentianella aurea (L.) H. Smith) in the territory of the natural park «Rybachy and Srednij Peninsulas»]. *Estestvennye nauki*, 2017, no. 4 (61), pp. 27-31. (In Russ.)
5. Gajnanova R.I., Men'shakova M.Ju. Cenopopuljacija rodioly rozovoj na territorii prirodnoho parka «Poluostrov Rybachij i Srednij» [Cenopopulations of Rhodiola rosea in the natural park «Rybachy and Srednij Peninsulas»]. *Estestvennye i tehničeskie nauki*, 2016, no. 11 (101), pp. 46-49. (In Russ.)
6. Gajnanova R.I., Men'shakova M.Ju. Razrabotka bazy dannyh o sostojanii populjacij redkih vidov rastenij prirodnoho parka «Poluostrova Rybachij i Srednij» [Development of a database on the state of populations of rare plant species in the natural park «Rybachy and Srednij Peninsulas»]. *Materialy regional'noj nauchno-praktičeskoj konferencii «Put' v nauku»*, 2018, pp. 102-105. (In Russ.)
7. Gajnanova R.I., Men'shakova M.Ju. Razrabotka jelektronnoho kadastra redkih vidov rastenij prirodnoho parka «Poluostrova Rybachij i Srednij» [Development of an electronic cadastre of rare plant species of the natural park «Rybachy and Srednij Peninsulas»]. *Sbornik materialov mezhdunarodnoho simpoziuma «Territorial'naja ohrana prirody: ot teorii k praktičke»*, 2020, pp. 23-27. (In Russ.)
8. Denisov V.V., Mitina E.G., Svetlova M.V. Osobennosti podgotovki specialistov v oblasti regional'nogo prirodopol'zovaniya (naprimere primorskogo regiona) [Features of training specialists in the field of regional environmental management (using the example of the coastal region)]. *Samarskij nauchnyj vestnik*, 2018, vol.7, no. 1 (22), pp. 251-255. (In Russ.)
9. Eprincev S.A. GIS-tehnologii: osnovy raboty s programnym paketom ArcGIS 10.2: uchebnoe posobie dlja vuzov [GIS technologies: basics of working with the ArcGIS 10.2 software package: a textbook for universities]. Voronezh: Cifrovaja poligrafija, 2015. 63 p. (In Russ.)
10. Lebedev S.V., Nesterov E.M. *Prostranstvennoe GIS-modelirovanie geojekologičeskikh ob'ektov v ArcGIS: uchebnik* [Spatial GIS modeling of geo-ecological objects in ArcGIS: tutorial]. Saint-Petersburg: RGPU im. A.I. Gercena, 2018. 260 p. (In Russ.)
11. Markov D.S., Ginko V.I., Malygin A.D. Razvitie geoinformacionnyh kompetencij u studentov, obučajushhijhsja po obrazovatel'noj programme «Istorija; Geografija» ponapravleniju podgotovki 44.03.05 Pedagogičeskoe obrazovanie [Development of geoinformation competencies among students studying in the educational program «History; Geography» in the field of training 03/44/05 Pedagogical education]. *Samarskij nauchnyj vestnik*, 2022, vol.11, no. 1, pp. 307-313. (In Russ.)
12. Men'shakova M.Ju., Gajnanova R.I., Potorochin E.O. Rasprostranenie redkih vidov rastenij na territorii prirodnoho parka «Poluostrova Rybachij i Srednij» (Murmanskaja oblast') [Distribution of rare plant species in the natural park «Rybachy and Srednij Peninsulas» (Murmansk region)]. *Vestnik Voronežskogo universiteta. Serija: Geografija. Geojekologija*, 2022, no. 2, pp.71-77. (In Russ.)
13. Safuanov R.M., Lehmus M.Ju., Kolganov E.A. Cifrovizacija system yobrazovaniya [Digitalization of the education system]. *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, jekonomika. Serija jekonomika*, 2019, no. 2 (28), pp. 108-113. (In Russ.)
14. Sliva E.A. *Ispol'zovanie kontekstnoho podhoda pri obuchenii bazovym geoinformacionnym tehnologijam bakalavrov neprofil'nogo geoinformacionnoho obrazovaniya* [Using a contextual approach when teaching basic geoinformation technologies to bachelors of non-core geoinformation education]: avtoref. diss... kandidata ped. nauk. Nizhnevartovsk, 2018. 23 p. (In Russ.)
15. Sochetanie akademičeskoj i prikladnoj napravlenosti v metodologii discipliny obuchenija «Geoinformacionnye sistemy» / B.P. Piterskij, A.I. Jashin, M.A. Shhigoleva, T.R. Bogdanov [Combination of academic and applied orientation in the methodology of the training discipline «Geographic information systems»]. *Materialy XXVI mezhdunarodnoj nauchno-metodičeskoj konferencii «Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tehnologij, kachestvo»*, 2020, pp. 219-222. (In Russ.)
16. Sochetanie akademičeskoj i prikladnoj napravlenosti v metodologii discipliny obuchenija «Geoinformacionnye sistemy» / B.P. Piterskij, A.I. Jashin, M.A. Shhigoleva, T.R. Bogdanov [Combination of academic and applied orientation in the methodology of the training discipline «Geographic information systems»]. *Materialy XXVI mezhdunarodnoj nauchno-metodičeskoj konferencii «Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tehnologij, kachestvo»*, 2020, pp. 219-222. (In Russ.)
17. Fedorjan A.V. *Primenenie tehnologij geoinformacionnyh sistem v prirodoobustrojstve i vodopol'zovanii* [Application of geographic information systems technology in environmental management and water use]. Moscow: Direkt-Media, 2022. 192 p. (In Russ.)
18. Shihov A.N., Cherepanova E.S., P'jankov S.V. *Geoinformacionnye sistemy: metody prostranstvennoho analiza: uchebnoe posobie* [Geographic information systems: methods of spatial analysis: textbook]. Perm': Izdatel'stvo Permskogo gosudarstvennogo nacional'nogo issledovatel'skogo universiteta, 2017. 88 p. (In Russ.)

Conflict of interest: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 18.05.2023

Accepted: 01.03.2024

Светлова Марина Всеволодовна
к.г.н., доцент кафедры естественных наук Мурманского арктического государственного университета, г. Мурманск, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-1358-1081, e-mail: marina-svetlova@bk.ru

Marina V. Svetlova
Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof. at the Department of Natural Sciences, Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russian Federation, ORCID 0000-0002-1358-1081, e-mail: marina-svetlova@bk.ru

Меньшакова Мария Юрьевна
к.б.н., доцент, заведующая лабораторией «Мониторинг и сохранение природных экосистем Арктики» Мурманского арктического государственного университета, г. Мурманск, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-0441-668X, e-mail: dendrobium@yandex.ru

Гайнанова Рамзия Ильшотовна
научный сотрудник лаборатории «Мониторинг и сохранение природных экосистем Арктики» Мурманского арктического государственного университета, г. Мурманск, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-4088-7246, e-mail: gaynanova@mail.ru

Maria Yu. Menshakova
Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Head of the Laboratory "Monitoring and Preservation of Arctic Natural Ecosystems", Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-0441-668X, e-mail: dendrobium@yandex.ru

Ramsia I. Gainanova
Researcher at the Laboratory "Monitoring and Preservation of Arctic Natural Ecosystems", Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-4088-7246, e-mail: gaynanova@mail.ru