

3. Якушев В. В. Информационно-технологические основы прецизионного производства растениеводческой продукции: Автореф. дис. ... канд. с/х. наук. СПб., 2013. 50 с.
4. Разработать геоинформационную базу пространственных информационно-аналитических данных, отражающих устойчивость различных типов земель агроландшафтов к техногенному воздействию: отчет о НИР (заключ.). Ин-т почвоведения и агрохимии: рук. Клебанович Н.В. Минск, 2019. № ГР 20171089
5. Ferguson, R.B. Educational resources for precision agriculture. Precision Agriculture, 2002. Vol. 3. P.359–371.
6. Wu Y. H., Hung M. C., Patton J. Assessment and visualization of spatial interpolation of soil pH values in farmland. Precision Agriculture, 2013. Vol 14. P. 565–585
7. Waitz Y. From microsite selection to population spatial distribution: Pinus halepensis colonization in mediterranean-type ecosystems. Plant Ecology, 2015. Vol. 216, No. 9. P. 1311–1324
8. Fu W. Outlier identification of soil phosphorus and its implication for spatial structure modeling. Precision Agriculture, 2016. Vol 17 No. 2. P 121–136
9. Webster R, Oliver M. A. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. Journal of Soil Science, 1992. Vol. 43. P. 117–192.
10. Lark R. M. Estimating variograms of soil properties by the method-of-moments and maximum likelihood. European Journal of Soil Science, December 2000, Vol. 51. P. 717–728
11. Kerry R., Oliver V. A., Frogbrook, Z. L. Sampling in Precision Agriculture. Geostatistical Applications for Precision Agriculture, Springer Science+Business Media B. V., 2010. P. 3564.

УДК 91:004

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «НАЛИБОКСКИЙ»

С. В. Наливайко ¹⁾, О. М. Ковалевская ²⁾

¹⁾ Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
sr.nevercatch@gmail.com

²⁾ Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
kovalevskaya-o@mail.ru

Проанализированы изменения пространственного расположения гидрологических объектов республиканского ландшафтного заказника «Налибокский» во времени, представлены особенности применения ГИС-методов при картографировании водоемов и водотоков и методика создания баз гидрографических данных.

Ключевые слова: географические информационные системы; базы геоданных; растровые модели геоданных; векторные модели геоданных; динамика пространственного размещения.

Введение. Водные объекты – это как природные, так и преобразованные или созданные руками человека водоемы и водотоки, которые отражают историю освоения территории нашей страны. В ходе хозяйственного преобразования произошло антропогенное изменение первичных водных комплексов, на месте которых сформировались специфические водохозяйственные и ландшафтно-исторические районы, где природные объекты гармонично сочетаются с рукотворными объектами различных исторических периодов.

Применению ГИС при исторической реконструкции и картографировании водных объектов посвящен целый ряд публикаций отечественных и зарубежных авторов. В работах Владимирова В.Н., Калинина В.Г., Пьянкова С.В., Низовцева В.А., Белеванцева В.Г., Чендева Ю.Г., Курловича Д.М., Z. Engi, G. Tóth, F. Steinman, M. Braun и других рассматриваются различные аспекты применения ГИС при решении теоретических и прикладных гидрологических задач.

Налибокская пуца – это уникальный природный комплекс, имеющий огромную научно-исследовательскую, геоэкологическую, историко-культурную и туристско-рекреационную ценность. Здесь сохранились в естественном состоянии лесные биоценозы, болотные и суходольные экосистемы. Вместе с тем земли заказника развивались в условиях не только масштабного мелиоративного изменения компонентов ландшафта, но и восстановления коренных лесных болотных массивов.

Основная часть. Исследование изменений пространственного положения гидрологических объектов сопряжено с рядом сложностей, например, неполной и хаотичной картографической информацией, коротких рядов гидрологических данных, недокументированных антропогенных вмешательств в русло реки.

Хотя ГИС часто рассматривается в качестве инструмента картографирования, их лучше всего рассматривать и как систему создания и управления базами данных. Уникальность базы данных ГИС заключается в том, что для каждого элемента данных хранится местоположение, которое принимает любую из различных форм: точка, линия, полигон, представляющий область или зону, или, в случае растровой системы, пиксель. Кроме того, ГИС может мгновенно отображать на экране распределение любой переменной или комбинации переменных в любом из выбранных форматов местоположения. Это электронное отображение информации становится аналитическим инструментом, преобразуя картографирование в динамический исследовательский процесс [1].

В качестве картографических источников для анализа динамики пространственного расположения водных объектов были проанализированы военно-топографические карты XIX века (трехверстовки Шуберта) [2], немецкие карты 1916–1917 гг. [3], карты Военного географического института Польши 1924 г. [4], топографические карты Генерального штаба РККА 1939–1940 г. [5], топографические карты Генерального штаба СССР 1978–1986 гг.

[6], ГИС-основа OpenStreetMap (современное состояние) [7]. В ходе выполнения работы на основе приложения ГИС ArcGIS 10.4 – ArcCatalog была разработана структура базы географических данных (далее БГД) и реализована в виде файловой базы геоданных «Водные_объекты_НП.gdb», которая включает 4 набора классов пространственных объектов и 22 набора растровых данных.

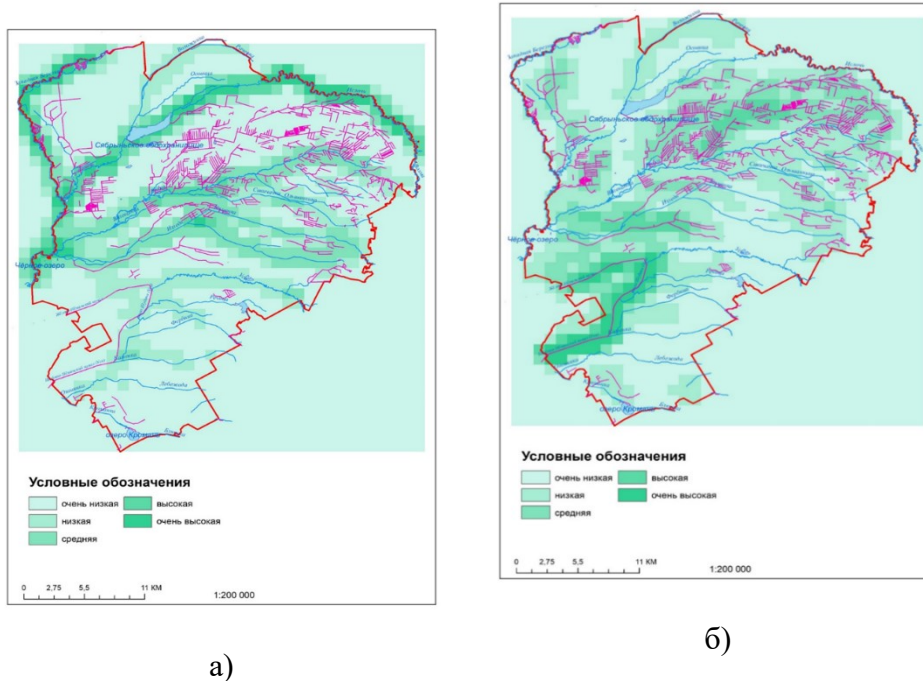


Рис. 1. Временная динамика густоты речной сети (а) и сети каналов (б) заказника «Налибокский» за период 1917–2019 гг. по среднегодежным данным

Выявление динамики пространственного положения водных объектов осуществлялось картометрическим методом. В связи с невозможностью отследить изменение местоположения каждого конкретного объекта было принято решение перейти к относительным показателям, отражающим распределение объектов по площади. При этом при опробовании методики выяснилось, что имеющиеся данные не позволяют анализировать динамику озер, водохранилищ и прудов, т.к. получаемые результаты не выходят за рамки статистической погрешности. Поэтому анализ проводился только для линейных объектов. За основу расчётов принята длина водотоков на единицу площади. Для расчёта густоты водотоков была построена регулярная сетка 1×1 км соответственно масштабу (1:100 000). При помощи инструмента ArcToolBox/Spatial Analyst/Плотность линий, были построены растровые модели, отражающие густоту размещения водотоков за каждый временной срез. После построения растровых моделей густоты размещения был проанализирован весь массив полученных значений. Варьирование значений рассчитанного параметра в отдельных ячейках для рек составило от 4 630 м/км² (2019 г.) до 85 530 (1940 г.), а для каналов – от 340 (1917г.) до 20 282 (1986 г.).

Для получения интегральной оценки изменения данного параметра было принято решение о переходе к балльной шкале, что позволило унифицировать

полученные значения и учитывать степень проявления параметра для каждой ячейки в определенный временной срез. Значения были распределены по группам, а группам значений был присвоен соответствующий балл. Операция по присвоению баллов осуществлена при помощи инструмента Spatial Analyst/Переклассификация. Для интегральной оценки динамики местоположения гидрологических объектов была построена модель, отражающая средние значения за исследуемый период. Данный параметр был рассчитан с использованием инструмента «Калькулятор растров», а результаты классифицированы на 5 групп. В результате была построена картограмма, на которой выделяются территории с различной степенью выраженности динамики пространственного расположения объектов: очень низкой, низкой, средней, высокой и очень высокой (рисунок 1).

Заключение. Территория Налибокской пуши в разное время подвергалась природно-антропогенным преобразованиям. Выполненный в среде ГИС картометрический анализ гидрологических объектов позволил не только выделить основные особенности пространственной и временной динамики размещения гидрологических объектов, но и выявить закономерности их проявления. Активные гидротехнические и гидромелиоративные работы привели к значительной динамике гидрологических объектов: изменилось пространственное расположение некоторых из них, изменились их метрические и геометрические свойства, появились новые объекты. В результате исследования выявлено, что до 1917 г. русла рек находились преимущественно в естественном состоянии, и смещения русел происходили в основном под влиянием меандрирования. Например, р. Зап. Березина постоянно меняла свое местоположение на местности за счет меандрирования, бифуркации русла и др. Антропогенное преобразование водотоков началось с 1924 г. со строительства каналов. Максимальная антропогенная преобразованность водных объектов зафиксирована в 1986 г. – русла рек спрямлены на значительном протяжении. Одновременно с ходом природных и антропогенных процессов, влияющих на положение рек, в историческом времени происходила трансформация их гидронимов. В настоящее время мелиоративная сеть не обновляется, что приводит к восстановлению характерных природных ландшафтов.

ГИС-реконструкция водных объектов Налибокской пуши позволила в динамике проследить изменения гидрографической сети региона под влиянием природно-антропогенных воздействий. Таким образом, геоинформационные системы являются современным высокотехнологичным инструментом обобщения картографической и пространственной информации, а также различных цифровых баз данных. Они позволяют систематизировать накопленную информацию и создавать разнообразные тематические исторические и географические карты с учетом результатов научных исследований. ГИС предоставляют возможность сопоставлять карты с отраслевыми базами данных и реконструировать исторические и географические процессы и их развитие в пространстве и времени.

Библиографические ссылки

1. Donald A. DeBats, Ian N. Gregory Introduction to Historical GIS and the Study of Urban History. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/236773098_Introduction_to_Historical_GIS_and_the_Study_of_Urban_History – Дата доступа: 14.03.2019.
2. Военно-топографическая карта Российской Империи. Трехверстовка./ [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.etomesto.ru/shubert. Дата доступа: 24.02.2018
3. Немецкая километровка Беларуси 1892-1921 года. / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://metalaposhuk.by/nemeckaja-kilometrovka-belarusi-1892-1921-goda>. Дата доступа: 24.03.2019
4. Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919–1939 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://english.mapywig.org/viewpage.php?page_id=7. Дата доступа: 09.03.2019
5. Index of /m/Russian_and_Soviet_maps/series/100K/ [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://maps.mapywig.org/m/Russian_and_Soviet_maps/series/100K/. Дата доступа: 29.03.2019
6. Топографические карты 1:100000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://maps.vlasenko.net/soviet-military-topographic-map/map100k.html>. Дата доступа: 22.04.2019
7. Download OpenStreetMap data for this region: Europe/ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://download.geofabrik.de/europe.html>. Дата доступа: 14.03.2019.

УДК 553.97:528.8

ОПЫТ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕАБИЛИТИРУЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ ПО ДДЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

З. А. Ничипорович¹⁾, В. С. Микуцкий²⁾

¹⁾ ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь,
nichiporovich_z@mail.ru

²⁾ ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», г. Минск, m-vs@tut.by

Представлены результаты апробации работоспособности специализированных программных средств распознавания и классификации индикаторных растительных биотопов реабилитируемых торфяников по их спектральным характеристикам с использованием аэрокосмоснимков высокого и сверхвысокого разрешения

Ключевые слова: специальные программные средства; данные дистанционного зондирования; торфяники; индикаторные растительные биотопы; спектральная яркость; классификация.

Введение. В настоящее время в Беларуси площадь реабилитируемых путем обводнения нарушенных торфяников составляет около 52 тыс. га. Анализ состояния и динамики пространственно-временных изменений этих территорий имеет важнейшее значение для оценки эффективности их восстановления