УДК 912.43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Е.В. Соколовский[1], В.В. Кривко[2]

[1]студент 4 курса кафедры экологии и охраны природы Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Витебск, torbenko_a@mail.ru

[2]студент 3 курса кафедры экологии и охраны природы Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Витебск

А.Б. Торбенко

ст. преподаватель кафедры экологии и охраны природы Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Витебск

Природные территории, подлежащие специальной охране, составляют значительную часть городских земель и представляют экологический каркас урбанизированных территорий. Нормальному функционированию таких природных систем угрожают развитие опасных эколого-геоморфологических процессов, экспансия инвазивных видов, нецелевое использование, загрязнение территорий и т. д. Инвентаризация критических участков, определение для них ведущих геоэкологических рисков и разработка вариантов преодоления сложившейся ситуации, на наш взгляд, является необходимой и актуальной задачей. Наиболее подходящим инструментом для решения такой задачи являются геоинформационные системы. В ходе работ по выделению исследуемой категории земель в рамках функционального зонирования территории нами была использована искусственная нейронная сеть, что позволило не только зонировать территорию района с учетом новейших данных содержащихся в сетевых информационных ресурсах, но и значительно сократить время, затраченное на работы. Настоящий опыт будет полезен при проведении любых вариантов отраслевого и комплексного районирования.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории; эколого-функциональное зонирование; геоинформационные системы; искусственная нейронная сеть; информационные ресурсы.

Цель работы – выявить проблемы функционирования природных территорий, подлежащих специальной охране в пределах городских территорий, связанные с деятельностью человека и с помощью ГИС, оценить их остроту и возможные варианты решения. В качестве примера рассматривается Октябрьский район г. Витебска.

Согласно Закона об охране окружающей среды Республики Беларусь на территории страны выделяются природные территории, подлежащие специальной охране. К ним, кроме собственно ООПТ, относят курортные зоны, зоны отдыха, парки, скверы и бульвары, водоохранные зоны и при-

брежные полосы рек и водоемов, зоны санитарной охраны месторождений минеральных вод и лечебных сапропелей, зоны санитарной охраны водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, зоны санитарной охраны в местах водозабора, леса первой группы, особо защитные участки лесов второй группы, типичные и редкие природные ландшафты и биотопы, верховые болота, болота, являющиеся истоками водотоков, места обитания диких животных и места произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, природные территории, имеющие значение для размножения, нагула, зимовки и (или) миграции диких животных, а также иные территории, для которых установлен специальный режим охраны и использования.

По факту, природные территории, подлежащие специальной охране, составляют значительную часть городских земель и представляют экологический каркас урбанизированных территорий. Однако, интенсивная антропогенная деятельность, приводит к деградации и уменьшению площадей таких земель и, соответственно, ставит под вопрос возможность выполнения ими своих экосистемных функций. Среди наиболее распространенных угроз нормальному функционированию природных систем, подлежащих специальной охране нами определены развитие опасных эколого-геоморфологических процессов, экспансия инвазивных видов, нецелевое использование и загрязнение территорий. Инвентаризация критических участков, определение для них ведущих геоэкологических рисков и разработка вариантов преодоления сложившейся ситуации, на наш взгляд, является необходимой и актуальной задачей на пути формирования здоровой, в прямом и переносном смысле, городской среды. Наиболее подходящим инструментом для решения таких задач являются геоинформационные системы.

В настоящем исследовании в качестве базовой использовалась ГИС Mapinfo, но также применялись информационные ресурсы и возможности ArcGIS, Easy Trace, Google Maps, Open Street Map и др. Однако, в связи с рядом факторов было принято решение как минимум продублировать наши данные в ArcGIS с последующим переходом на базовое использование этой платформы.

На первом этапе было выполнено соответствующее современным реалиям эколого-функциональное зонирование Октябрьского района, для выявления искомых природных территорий. В ходе работ был решен ряд задач теоретического, практического и технического плана. В настоящем сообщении будет рассмотрена лишь одна из технических проблем, связанная с проведением функционального зонирования исследуемой территории.

При проведении зонирования Октябрьского района г. Витебска возникла проблема чрезмерных затрат сил и времени при отрисовке границ зон. Кроме того, постоянно возникал вопрос о положении той или иной территории в принятой нами классификации земель. С целью упрощения работы и автоматизации процесса было принято решение использовать искусственную нейронную сеть (ИНС) – программно-аппаратное воплощение соответствующей математической модели. ИНС представляет собой определенное количество компьютерных устройств, объединённых согласно строго установленной схеме в единую сеть. По аналогии с биологическим прототипом, компьютеры являются «нейронами» − в случае ИНС они будут иметь название «нейронные узлы», а сетевые соединения будут являться «проводящими путями» − сетевой инфраструктурой ИНС. Первую успешную попытку организовать такую сеть осуществили в 1943 году американские учёные У. Маккалок и У. Питтс. Основным преимуществом разработки стало её обучаемость.

ИНС, используемая в функциональном зонировании, имеет ряд аппаратных и программных характеристик. Аппаратная часть представляет собой два кластера компьютеров, имеющих различную организацию. Главный кластер осуществлял контролирующую и организующую функцию, при этом располагался целиком в одном помещении. Основную массу нейронных узлов составляют Raspberry Pi Model B, так как их низкая производительность не является проблемой при их использовании в нейросети. Каждый узел оснащен 64-х битным четырехядерным процессором ARM Cortex-A53 с тактовой частотой 1,27 ГГц на ядро, 1 ГБ оперативной памяти и интерфейсом Ethernet на 10/100 Мбит/с. Коммуникация между различными уровнями нейросети осуществялась с помощью проводной Ethernet сети при участии коммутатора Tp-Link JetStream с 48 портами Ethernet. Количество нейронных узлов на данном уровне организации составляет 32 компьютера Raspberry Pi Model B и один головной компьютер, имеющий следующее аппаратное обеспечение: процессор AMD Ryzen 5 2600X, 8 ГБ DDR4 оперативной памяти, видеокарта NVIDIA GEFORCE GTX 1060 с 6 ГБ DDR5 видеопамяти.

Вторичный кластер, выполняющий функцию запроса информации открытых сетевых ресурсов, представляет собой BOT-NET сеть, не локализованную пределами одной административной единицы. Коммуникация между узлами сети осуществляется при помощи сети интернет. Использование персональных компьютеров (ПК) пользователей осуществлялось на добровольной основе, форма для оставления заявки на использование ПК была распространена с помощью различных социальных сетей. После одобрения заявки пользователи имели возможность загрузить и устано-

вить программу, которая работает в фоновом режиме, используя не более 5 % аппаратной мощности ПК.

Структура аппаратной части включает три уровня нейросети.

1. Головной – единственный управляющий компьютер, который распределяет задания по отдельным узлам второго уровня. Выполнял функцию финальной компоновки карты и синхронизации данных.

2. Промежуточный контрольный – 32 мини-ПК, объединённых между собой. Каждый из ПК получал от головного компьютера либо задание на выделение определенных зон на участке карты, либо задание на контроль или запоминание информации, либо на модификацию входных сигналов второго уровня при достижении определенного уровня ошибки в вычислениях других ПК.

3. Запросный – уровень ПК пользователей, объединённых в нейросеть. Каждый компьютер по команде ПК вышестоящих уровней осуществлял запрос на сервера открытых сетевых ресурсов, касающийся конкретного объекта и содержащий его физический адрес. Далее, по словам-индикаторам определялось назначение конкретного здания. Сервером для большинства запросов послужил сервис Google Maps.

Программная часть представляет собой набор скрипт-команд, взаимодействующих со сторонними приложениями и осуществляющую свою деятельность в среде JAVA Script. Сетевая инфраструктура нейросети построена на том же принципе, что и нейросеть Джеффри Хинтона, разработанная в 2007 году, однако имеет ряд дополнений.

Одним из главных изменений является отсутствия глубокого обучения нейросети – медленного процесса, сопровождающегося в большинстве случаев кропотливыми изменениями программного кода коммуникационной сети и высших уровней ИНС. Достигнуть данного показателя удалось при помощи внедрения полуавтоматического самообучения. Нейросеть получала команду на выделение определенной зоны, после чего результат многократной работы проверялся визуально, оценивался и сортировался вручную, после чего ИНС выводила решение относительно наиболее точного результата. Программа сама вносит корректировки относительно полученного оптимального варианта, после чего повторяет зонирование. Такой процесс является цикличным.

Стоит упомянуть и о недостатках нейросети. К ним можно отнести достаточно высокую стоимость, сложность в создании и организации работы, и, несмотря на сокращение времени обучения, достаточно высокие времязатраты на процесс адаптации сети к работе.

Основным же преимуществом работы сети является частичная автоматизация процесса зонирования города.