

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ В ЯКУТИИ

© 2010 Д.Д. Ноговицын, З.М. Шеина, Л.П. Сергеева

Институт физико-технических проблем Севера им.В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск

Поступила в редакцию 27.04.2010

Рассмотрены вопросы использования новых информационных технологий на основе картографического метода. Получена цифровая модель выбранного участка – электронная карта для определения зоны затопления при различных гидрологических обеспеченностях. Показано использование географической информационной системы (ГИС) для картирования и анализа конкретного объекта.

Ключевые слова: *геоинформационные технологии, электронная карта, зона затопления, гидрологическая обеспеченность, оцифровка карты*

Экстремальные гидрологические явления в Якутии как наводнения, вызванные весенним снеготаянием, так и дождевые паводки относятся к числу наиболее опасных стихийных бедствий, наносящих огромный ущерб сельскохозяйственным и жилым объектам, на ликвидацию которых требуются огромные вложения. В Якутии в результате весеннего половодья 2008 года пострадало: население – 4831 человек, жилой фонд – 1203 дома, социальные объекты – 57, автодороги – 604,25 км, мосты и инженерные сооружения – 96, сельское хозяйство – 21 объект, сельскохозяйственные угодья – 1410,9 га [1].

Одним из наиболее действенных средств, для снижения ущерба таких явлений является система раннего предупреждения. Прогнозирование гидрологических явлений и процессов (в том числе экстремальных) возможно с использованием новых информационных технологий включая географические информационные системы (ГИС) – технологии на основе картографического метода. Именно возможности полной визуализации и географического анализа, которые предоставляет электронная карта обеспечивают уникальность ее применения для решения широкого спектра задач, связанных с анализом и прогнозом явлений окружающей среды, дают возможность принятия оптимальных стратегических решений, основанных на современных подходах и средствах. ГИС-технология представляет новый более эффективный, удобный и быстрый подход к анализу проблем и решению конкретных задач на основе автоматизации процедуры анализа и прогноза, особенно актуальной для обширной территории Якутии с редкой сетью гидрологических постов. На территории Республики геоинформационные технологии используются в Государственном комитете по геологии и недропользованию, в научно-исследовательских институтах для выявления

закономерностей развития мерзлотных ландшафтов Якутии, а также с целью оценки состояния протаивания грунтов, распределения влажности слоя сезонного протаивания в условиях криолитозоны [2, 3].

Применение геоинформационных технологий с целью оценки зон затопления в период половодий на территории Якутии нами выполнено впервые. Задачей являлось построение электронной карты для прогноза зоны затопления территории на выбранном участке р. Лена при различных гидрологических обеспеченностях. Для изучения выбран участок р. Лена на отрезке от г. Якутска до п. Жатай, расположенный в пределах Центрально-Якутской низменности, на левом берегу р.Лены, в ее среднем течении как наиболее заселенный и нередко затапливаемый в период весеннего половодья. В качестве картографической основы для оценки и прогноза зон затопления территории и определения величин площадей использованы карты масштаба 1: 25000. При анализе затопления по высотам горизонталей использован комплекс программных продуктов семейства ArcGIS компании ESRI.

Результаты исследований заданной территории предоставлены в виде серий взаимосогласованных карт, отражающих пространственное размещение, качественные и количественные характеристики гидрологических параметров (границ разливов, площадей затоплений при разных уровнях воды, перераспределения потоков воды на пойме). В серию таких карт включены:

- опорные карты, являющиеся обязательной составной частью картографических серий;
- детализирующие карты, отображающие ряд гидрологических параметров.

Весь процесс создания электронной карты с использованием ГИС-технологий состоял из нескольких этапов. Вначале подготовлена картографическая основа. Для этого произведено сканирование карт заданного масштаба, ее оцифровка в программе Easy Trace, затем экспорт в ArcView GIS. Выбор масштаба карты определялся целью исследования. После сканирования для достижения высокой точности сшивки и исправления де-

Ноговицын Дмитрий Дмитриевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: dnogovitsyn@yandex.ru

*Шеина Зинаида Макаровна, научный сотрудник
Сергеева Людмила Прокопьевна, младший научный сотрудник*

формаций исходного картографического материала выполнена технологическая обработка изображения как чистка растра, поворот и его выравнивание.

Проведена оцифровка карт, проверка качества слоев данных, проверка соответствия систем координат слоев, чтобы наложение с топографической основой прошло корректно. Далее подготовлена база данных с использованием соответствующих программ для получения окончательной карты и для анализа результатов затопления. Анализ данных – это запросы атрибутов, местоположения объектов и определение площадей затопления. Последний шаг анализа в рамках проекта – представление результатов анализа в электронном виде. Данные на карте организованы в слои, отображаемые на карте в определенном порядке. Для оценки степени затопления были созданы следующие тематические слои: гидрография, горизонтали высот, населенные пункты. Произведена привязка данных к карте.

Подготовка карты выполнена в следующей последовательности:

- создание цифровой модели (ЦМ) карты участка Якутск-Жатай: оцифровка изолиний, заполнение атрибутивных таблиц;
- построение изолиний с помощью модулей 3D Analyst и Spatial Analyst.
- построение TIN-поверхности с использованием поля «Значение изолиний» атрибутивной таблицы. TIN-поверхность может быть представлена в виде полигонов, нерегулярной сети треугольников, узлов.
- создание Грид-темы на базе TIN-поверхности. Полученное покрытие (тема) представляет собой грид. Теперь модель рельефа выбранной территории подготовлена к анализу.
- преобразование полученной Грид-темы в шейп файл.
- редактирование легенды (тип легенды – уникальное значение, поле значений – gridcode).
- определение параметров зоны затопления и создание макета печати.

Конечным результатом работы стала цифровая модель местности – карта. Работа с картой ведется через экран дисплея. Система выдает следующие типы карт по принятым зонам затопления: 75%, 50%, 25%, 10%, 1% обеспеченности. В данной работе использованы 2 типа данных – векторные и растровые. В векторной модели информация об объектах хранится в виде набора координат x, y , т.е. местоположение точки описывается парой координат (x, y) . Полигональные объекты, как основное русло реки Лена, озера и населенные пункты хранятся в виде замкнутого набора координат [4].

Для обработки и вывода затопления при различных обеспеченностях и получения конечного результата работы была использована программа ArcView GIS с модулем Spatial Analyst. При подключении модуля Spatial Analyst векторные темы ArcView GIS преобразованы в растровый формат грид-темы, а затем на основе этих тем проанализирована ситуация затопления прибрежных зон на данном отрезке реки. Модуль Spatial Analyst располагает возможностями осуществления

различных запросов к растровым темам. В нашем примере результатом анализа заданной территории стали аналитические карты затопления при различной гидрологической обеспеченности: 75%, 50%, 25%, 10% и 1%. Для создания этих карт на основе высот горизонталей создана TIN-тема (триангуляционная поверхность). В TIN-е рассматриваемый участок представлен в виде сети связанных треугольников, начерченных между равномерно распределенными точками, заданными координатами x, y . Триангуляционная поверхность позволяет более точно, чем растр, моделировать неоднородные поверхности, которые могут резко менять форму на одних участках и незначительно – на других. Это связано с тем, что можно поместить больше точек там, где значения меняются резко, и меньше точек там, где поверхность меняется плавно. Далее из TIN создан грид. Таким образом, ответом на каждый запрос будет являться новая грид-тема, включающая удовлетворяющий запрос к растру. Любая из грид-тем может быть представлена в более удобном виде. Грид-темы позволяют создавать, обрабатывать и анализировать эти данные. На этом этапе производится окончательная обработка результатов и получение карты по зонам затопления при различных обеспеченностях.

При помощи ГИС получены обобщенные статистические данные. Кроме того, программа позволяет проводить сравнения между зонами затопления при различной обеспеченности и их количественными показателями, так при 75% обеспеченности площадь затопления составляет 86,6 кв.км, при $P=50\%$ – 91,18 кв.км, $P=25\%$ – 95,18 кв.км, $P=10\%$ – 103,21 кв.км, при $P=1\%$ – 124,4 кв.км. При 1% обеспеченности затоплению подвергается территория северной части Якутска, в пределах которой расположен один из главных объектов жизнеобеспечения города – Якутская ТЭЦ. Точки с более высокими отметками как центральная часть города не затопляются. В правобережной части реки затоплению подвергается почти вся территория до коренного берега. При 75% обеспеченности зона затопления в целом располагается вдоль реки Лена, включая жилой комплекс Даркылах.

Зоны затопления при гидрологических обеспеченностях $P=1\%$, $P=10\%$, $P=25\%$, $P=50\%$, $P=75\%$ были получены на основании высот горизонталей. То же самое было проделано вручную на бумажной основе (на выбранном нами фрагменте карты) с точными координатами и привязкой к местности. Вероятность проявления затопления рассматриваемой территории рассчитана исходя из многолетних наблюдений за максимальными уровнями воды с учетом наиболее часто затопляемых участков. В результате сопоставления электронного и бумажного вариантов зоны затопления различной обеспеченности они совпали в пределах допустимой погрешности. Таким образом, с помощью программы ArcView GIS получены зоны затопления города Якутска (рис. 1).



Условные обозначения:



Рис. 1. Зоны затопления г. Якутска

Выводы: в результате проведенной работы получена электронная карта среднего течения р.Лены в формате шейп-файла на основе тематических слоев как гидрография, рельеф, населенные пункты и связанных с ними таблиц атрибутивных данных. В отличие от бумажного варианта по этой электронной карте территории г.Якутска можно:

- выявлять территориальные зоны затопления при различных обеспеченностях;
- оперативно определять площади затопления;
- прогнозировать границы этих зон;
- найти координаты любых точек в рассматриваемом регионе;
- выполнить поиск информации, выборку объектов на карте с отражением результатов поиска;
- манипулировать масштабом отображения;
- принять экологически приемлемые и экономически целесообразные решения по защите от затопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) /

Правительство Республики Саха(Якутия), Министерство охраны природы Республики Саха(Якутия). – Якутск, 2009. – С.59.

2. Васильев, С.П. Геоинформационная система Госкомгеологии Республики Саха (Якутия) – основа рационального недропользования / С.П. Васильев, Е.Ю. Колтина, И.В. Ксенофонтов и др. // ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы Межд. конференции. ГИС в региональных исследованиях. Часть 4. - Якутск, 1999. – С. 20-24.
3. Торговкин, Я.И. Использование геоинформационных технологий в мерзлотно-ландшафтных исследованиях Якутии // Наука и образование. – Якутск, 2000. – С. 54-59.
4. Ноговицын, Д.Д. Определение зон затопления при различных обеспеченностях с использованием ГИС-технологий / Д.Д. Ноговицын, З.М. Шеина, Л.П. Сергеева // Сб.материалов III Межд.научн-практич.конф. «Ресурсы недр России: экономика и геополитика, геотехнологии и геозкология, литосфера и геотехника», Пенза, 2004. – С. 83-85.

APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES AT DEFINITION OF THE FLOODING ZONE IN YAKUTIA

© 2010 D.D. Nogovitsyn, Z.M. Sheyina, L.P. Sergeeva

Institute for Physicotechnical Problems of the North named after V.P. Larionov SB RAS, Yakutsk

Questions of use of new information technologies on the basis of a cartographical method are considered. The digital model of the chosen site - the electronic map for definition of flooding zone is received at various hydrological coverages. Use of geographical information system (GIS) for mapping and analysis of concrete object is shown.

Key words: geoinformation technologies, electronic map, flooded zone, hydrological coverage, map numbering

Dmitriy Nogovitsyn, Candidate of Geography, Leading Research Fellow. E-mail: dnogovitsyn@yandex.ru
Zinaida Sheina, Research Fellow
Lyudmila Sergeeva, Minor Research Fellow