

УДК 004.9:528:528.852.1

© *А. Л. Верхотуров, Г. В. Соколова, С. А. Погорелов, 2015*

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОСБОРОВ РЕК ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО АМУРА)

Верхотуров А. Л. – мл. науч. сотр. лаб. информационно-телекоммуникационных систем ВЦ ДВО РАН, e-mail: andrey@ccfebras.ru; *Соколова Г. В.* – канд. геогр. наук, ст. науч. сотр. лаб. гидрологии и гидрогеологии ИВЭП ДВО РАН, e-mail: pozhar@iver.as.khb.ru; *Погорелов С. А.* – стажер-исследователь лаб. информационно-телекоммуникационных систем ВЦ ДВО РАН, e-mail: pog_vizor@mail.ru

В работе представлены результаты исследований гидрологического режима водосборов рек в бассейне Среднего и Нижнего Амура по данным спутниковых и наземных гидрометеорологических наблюдений за период с 2000 по 2013 гг. На примере трех модельных бассейнов рек (Амгунь, Буряя, Большая Бира) выполнен анализ изменчивости лесопокрытой площади водосборов в динамике с максимальными годовыми уровнями воды.

The paper presents the results of studies hydrological regime watersheds rivers of the basin of the Middle and Lower Amur using remote sensing data and data of the ground meteorological observations from 2000 to 2013. For example of the three model river basins (Amgun, Bureya, Big Bira) made analysis of the variability of the forested area in the watershed dynamics with maximum annual water levels.

Ключевые слова: ГИС, данные дистанционного зондирования Земли, база данных, гидрологический режим, водосбор.

Изучение лесов на территории Дальнего Востока играет важнейшую роль в формировании климата и состояния окружающей среды региона. В настоящее время известно множество исследований по оценке влияния изменений залесенности на гидрологический режим рек [1, 2, 3, 4]. При его изучении, совместный анализ данных наземных сетей наблюдений и спутниковых данных об изменении лесопокрытой территории водосбора, позволяет более широко и комплексно анализировать состояние гидрологического режима.

Для изучения динамики покрытой лесом площади водосбора рассматривались следующие типы растительности: темнохвойные вечнозеленые леса, смешанные леса с преобладанием хвойных, смешанные леса с преобладанием лиственных, смешанные леса без преобладания какой-либо лесной формации, редины хвойные листопадные (лиственничные), хвойные вечнозеленые кустарники (стелющиеся леса), лиственные кустарники, кустарниковая тундра. Изменения лесопокрытой площади на каждом водосборе анализировались совместно с динамикой площадей послепожарных гарей (включая вырубки) и

водностью реки. Водность реки оценивалась по максимальным уровням воды за период апрель-октябрь каждого года. Одновременно анализировался температурно-влажностный режим на водосборе по данным ближайшей метеорологической станции.

На территории Нижнего Амура детально процент лесистости рассчитывался по состоянию лесов в 1950-1960-х годах. Леса занимали 70-85% [5, 6] поверхности, а залесенность отдельных водосборов достигала 90-100%. При этом данные базировались на полевых материалах лесоустройства, которые усреднялись по выделам, с использованием сетевых наблюдений по речному стоку и метеорологическим параметрам. Однако далеко не на всех территориях бассейнов рек выполнялись плановые лесоустроительные работы, результаты которых можно было связать с режимом рек, а иных видов наблюдений (например, спутниковых) за состоянием леса на тот момент просто не было.

В связи с тем, что за прошедший период произошли существенные изменения растительного покрова (частые лесные пожары, интенсивные рубки и т.п.), целью данной работы является уточнения показателей лесистости водосборов, которые имеют большое значение при оценке водного режима рек.

При проведении таких работ на обширной и, зачастую, труднодоступной территории, а также в виду сильного сокращения сети гидрологических постов наблюдений, в качестве основного источника первичной информации о лесистости можно использовать данные современных систем дистанционного зондирования Земли, которые в определенной мере свободны от искажений, зачастую возникающих в различных статистических и полевых материалах лесоустройства.

Для исследований были выбраны модельные водосборы рек Буряя, Большая Бира и Амгунь, в бассейне Среднего и Нижнего Амура, где с 1950-х гг., леса наиболее часто подвергались пожарам и рубкам. При построении актуальных полигонов водосборов рек (рис.1) применены высотные данные рельефа SRTM3 [7] и средства геоинформационной системы ArcGIS. Используя данные по гидрологическим постам [8] с помощью инструмента Hydrology модуля Spatial Analyst toolbox (модель восьминаправленного стока D8 [9]) были выделены водосборы модельных рек.

Выделенные таким образом водосборы рек были рассчитаны в координатах, по которым произведен расчет их площадей в конической равноплощадной проекции Альберса. Полученные данные сопоставимы с данными лесоустройства по указанным объектам за 1950-1960-е годы [5, 6, 8]. Данные расчеты водосборов позволяют анализировать изменения растительности с использованием серии карт, предоставленных Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) [10]. Карты построены на основе данных прибора MODIS, установленного на спутнике Terra и метода локальной адаптивной классификации LAGMA [11]. Анализ карт производился с применением спутникового сервиса Вега [12, 13] за период с 2000 по 2013 годы (рис. 2).

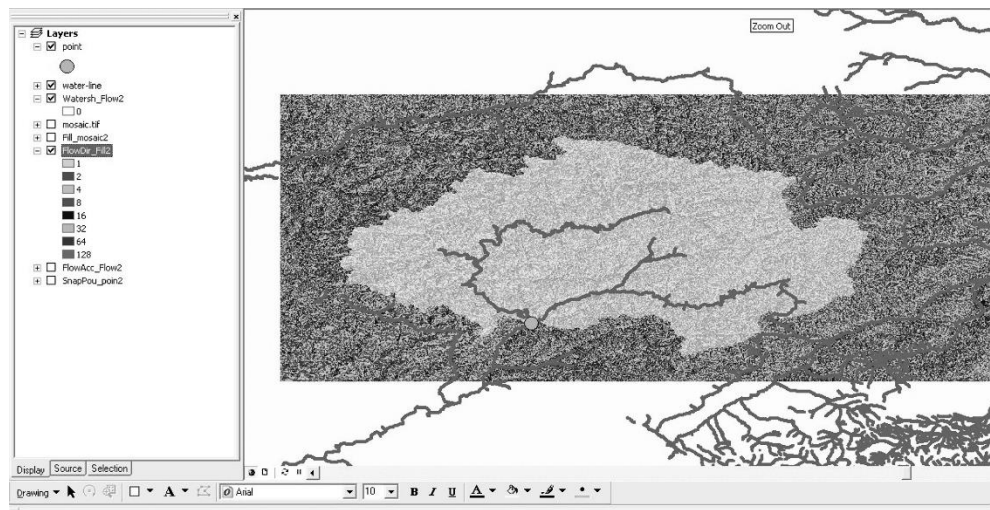


Рис. 1. Экранная форма ArcGIS, инструмент Watershed: расчет водосбора р. Бурья

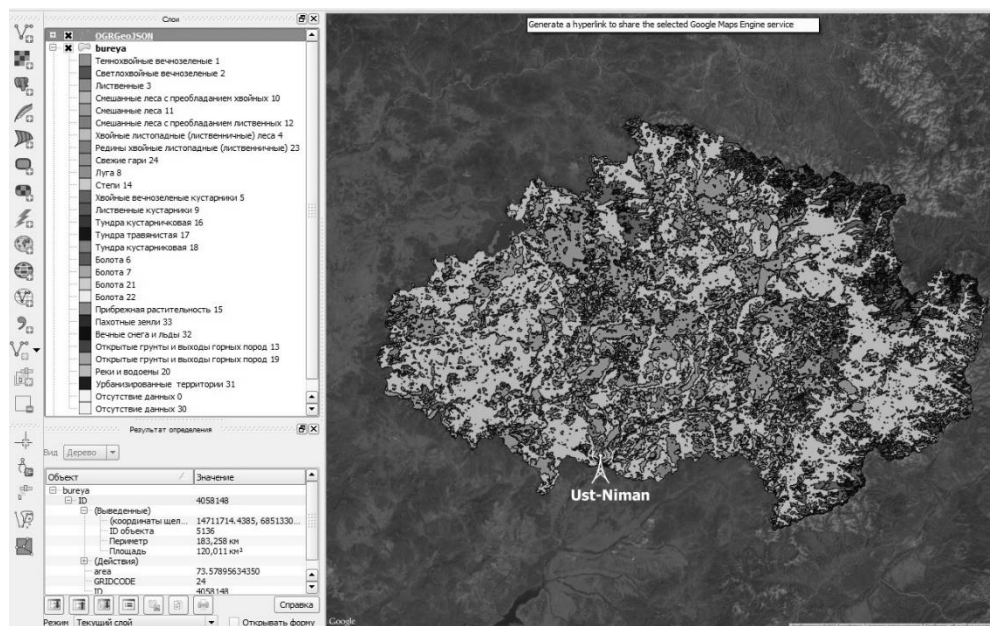


Рис. 2. Тип растительности на водосборе за 2013 год (на примере реки Бурья)

Таким образом, разработанные методы позволяют учитывать роль леса при проведении исследования гидрологического режима водосборов рек. Появление современных информационных технологий и методов дало возможность проводить исследования более детально и качественно, исключая при этом неточности, которые могут возникать в различных статистических и отчетных материалах лесоустройства, а также вести исторический архив. В дальнейшем, предполагается разработка ГИС ориентированного сервиса, ко-

торый будет поставлять данные для мониторинга изменения лесопокрытой территории за вегетационный период ежегодно, включая труднодоступные территории, а также данные с метеорологических и гидрологических станций.

Библиографические ссылки

1. Bonell M. Possible Impacts of Climate Variability and Change on Tropical Forest Hydrology // *Climatic Change*. 1998. Volume 39, Issue 2-3 , pp. 215-272.
2. Jones J.A., Post D.A. Seasonal and successional streamflow response to forest cutting and regrowth in the northwest and eastern United States // *Water Resources Research*. 2004. Volume 40, Issue 5.
3. Swank W.T., Swift Jr L.W., Douglas J.E. Streamflow changes associated with forest cutting species conversions and natural disturbances. // *Forest Hydrology and Ecology at Coweeta*. Springer, New York, 1988, pp. 297-312.
4. Крестовский О. И. Влияние вырубки леса и восстановления лесов на водность рек. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. - 117 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР Т. 18. Дальний Восток. Вып. 1. Верхний и Средний Амур. - Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1966. 781 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР Т. 18. Дальний Восток. Вып. 2. Нижний Амур. - Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. 592 с.
7. http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/
8. Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. Вып. 19. Бассейны Амура (без бассейнов Шилки, Аргуни, Уссури, Амазара) и Уды. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1988.
9. Jenson, S.K., Domingue, J.O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis (1988) // *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54 (11), pp. 1593-1600. Cited 922 times.
10. Барталев С. А., Егоров В. А., Ершов Д. В., Исаев А. С., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Уваров И. А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2011. Т.8. № 4. С.285-302.
11. Bartalev S. A., Egorov V. A., Loupian E. A., Khvostikov S. A. A new locally-adaptive classification method LAGMA for large-scale land cover mapping using remote-sensing data // *Remote Sensing Letters*, 2014. 5(1). P.55-64.
12. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса* /Барталев С. А., Ершов Д. В., Лупян Е. А., Толпин В. А.. 2012. Т. 9. № 1. С.49-56.
13. Лупян Е. А., Савин И. Ю., Барталев С. А., Толпин В. А., Балашов И. В., Плотников Д. Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности ("Вега") // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2011. Т.8. № 1. С.190-198.