

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ ОТ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Е. С. Илатовская

Государственный гидрологический институт, Россия

Поступила в редакцию 6 июля 2015 г.

Аннотация: В работе установлена зависимость амплитуды колебания уровня воды от размера (порядка) потока в речной системе. Выявлено наличие статистической связи между амплитудой уровня воды и порядком реки, позволяющей рекомендовать зависимость для проведения гидрологических расчетов.

Ключевые слова: амплитуда колебания уровня воды, порядок потока, площадь водосбора.

Abstract: The work presents the dependence of the water level amplitude on stream dimension (stream order) within the river system. Existence of statistical connection between water level amplitude and river order is also revealed in the article, allowing to suggest relation for implementation of hydrological estimations.

Key words: amplitude of water level, stream order, flood basin.

При проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, мостовых переходов и других сооружений необходимо учитывать воздействия естественных водотоков, одной из важных характеристик которых является уровень воды. Значения уровней определяют высоту проектируемых на водотоках сооружений и их местоположение.

Колебания уровней зависят от различных факторов, связанных с климатическими, морфометрическими и морфологическими характеристиками водосборных бассейнов. Они же вносят региональные особенности в формирование гидрологического режима водных объектов.

Довольно частые измерения уровня воды позволили накопить значительный объем информации по уровням воды на реках при достаточно высокой точности получаемых данных. Но, к сожалению, далеко не на всех водотоках обустроены водомерные посты, которые могли бы обеспечивать необходимой информацией все заинтересованные отрасли народного хозяйства. В связи с этим возникает необходимость с помощью имеющихся сведений выявить зависимости, которые позволили бы с достаточной долей достоверности определять изменение уровней в неизученных, с гидрологической точки зрения, районах.

Возможность выявления обобщенных характеристик речных потоков, несмотря на влияние локальных факторов, заключена в системном подходе к анализу строения речных систем и исследовании законов, по которым происходит изменение параметров речных потоков по длине реки и при переходе от малых рек к большим. Существует большое количество моделей речных систем, разработанных зарубежными и отечественными исследователями. Все они построены на геометрической прогрессии водных потоков и отличаются либо коэффициентами ветвления, либо подходами к выделению начального первого порядка потока и имеют два направления в изучении структуры речных систем. Первое – *геоморфологическое*, получившее широкое развитие, начиная с работ Р. Е. Хортона [7], и наиболее полно развитое в работах В. П. Философова [6]. Основным принципом выделения порядка речных потоков (речных долин) в структуре речной сети здесь является слияние двух равноправных по размерам и форме речных долин. Второе – *гидрологическое* направление, разработанное Н. А. Ржаницыным [3], базирующееся на принципе выделения порядка потока речной системы при слиянии двух потоков, равных по водности.

В данной модели [4] за поток первого порядка принимаются временные (нерусловые) потоки, образующиеся в период интенсивного снеготаяния

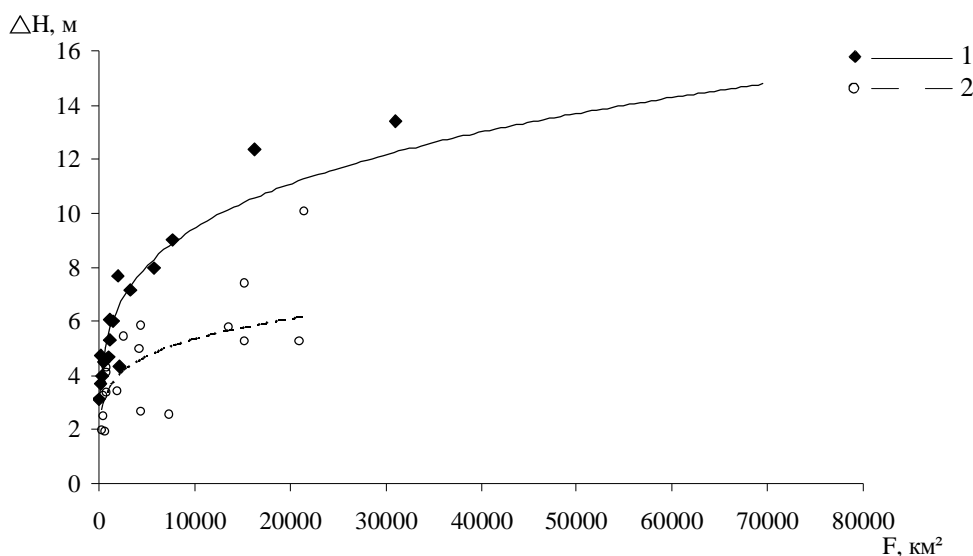


Рис. 1. Зависимость амплитуды уровней воды рек от площади водосбора в створах водомерных постов на Среднерусской возвышенности (1) и Окско-Донской низменности (2)

или ливневых осадков. В них завершаются процессы склонового стока и переносится размывший склоновый материал в постоянно действующие водотоки. То есть плоскостной сток, возникающий в результате обильного поступления влаги, группируется в более крупные струйки и образует водный поток первого порядка, протекающий в балках, оврагах, лощинах. Слияние двух потоков первого порядка образуют поток второго порядка. Далее следуют пересыхающие ручьи, речки, малые, средние и крупные реки с соответствующими подразделениями на порядки.

Н. А. Ржаницын [4] установил закономерности изменения отдельных гидрографических, гидрологических и морфометрических характеристик потоков речной системы с изменением их порядка. В настоящей статье нами, на основе порядковой системы Ржаницына, на примере рек бассейнов верхнего Дона и Цны, расположенных на Среднерусской возвышенности и Окско-Донской низменности, предпринята попытка выявления зависимости амплитуды колебания уровня воды от размера (порядка) потока.

Для определения амплитуды уровней воды в исследуемых бассейнах были отобраны створы водомерных постов, которые соответствуют 5-12 порядкам рек. На основе использованных данных гидрологических наблюдений за многолетний период, опубликованных в ежегодных данных о режиме и ресурсах поверхностных вод суши и других официальных документах Росгидромета [1], нами рассчитаны максимальные уровни весеннего половодья вероятностью превыше-

ния 1 % в соответствии с требованиями, изложенными в СП 33-101-2003 [2], путем применения графоаналитической функции распределения вероятностей превышения наивысших уровней воды.

На исследуемой территории высокие половодья наблюдались в 1932, 1947, 1951, 1963, 1970 годах, немного ниже в 1953, 1979, 1986 годах. По всем используемым водомерным постам, рассматриваемые периоды наблюдений за уровнем воды представлены уровнями многолетних лет. Для водпостов, расположенных на р. Дон, этот период начинается с 1878 года. На средних реках, таких как Красивая Меча, Сосна, Воронеж, Тихая Сосна, Битюг, период представлен с 1932 года, а на малых реках с 1948 года.

Уровень межени вод необходимый для оценки амплитуды в исследуемых створах определен в процессе анализа фактических данных [1] и картографического материала масштаба 1 : 50000.

Полученные характеристики были использованы для построения зависимостей амплитуды уровня воды от площади водосбора и от порядка речной системы, которые представлены на рисунках 1 и 2.

Зависимости, представленные на рисунке 1, носят нелинейный характер. Их рассмотрение указывает на наличие двух групп точек: первой, относящейся к Среднерусской возвышенности и второй – к Окско-Донской низменности. При этом часть точек первой группы для диапазона площади водосбора 60-70 тыс. км^2 отклоняется от общей совокупности из-за влияния более широких и низких пойм.

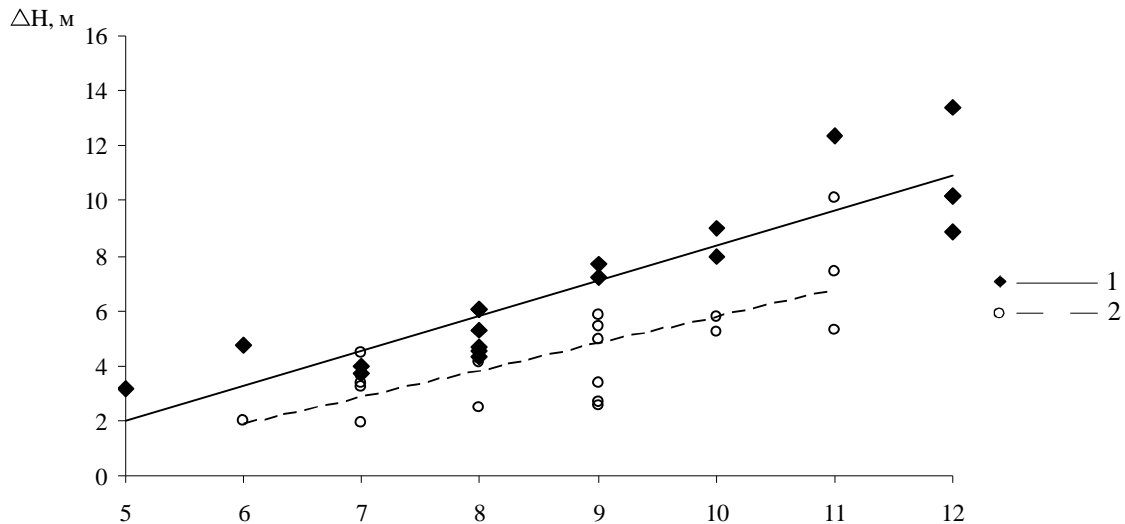


Рис. 2. Зависимость амплитуды уровней воды рек от порядка речной системы в створах водомерных постов на Среднерусской возвышенности (1) и Окско-Донской низменности (2)

Аналитический вид зависимостей амплитуды уровня DH_1 и DH_2 от площади водосбора F представлен ниже:

для Среднерусской возвышенности (амплитуда DH_1)

$$DH_1 = 1,13F^{0,23}, \quad (1)$$

для Окско-Донской низменности (амплитуда DH_2)

$$DH_2 = 0,94F^{0,19}. \quad (2)$$

Корреляционное отношение для формулы (1) $r_o = 0,94 \pm 0,03$, для формулы (2) $r_o = 0,66 \pm 0,13$.

Параметры приведенных формул (1) и (2) определены методом линеаризации [5].

Рисунок 2 характеризует зависимости амплитуды уровней от порядка потока речной системы N , которые близки к линейным. Аналитическая форма зависимостей имеет вид:

для Среднерусской возвышенности

$$DH_1 = 1,27N - 4,34, \quad (3)$$

для Окско-Донской низменности

$$DH_2 = 0,97N - 3,93. \quad (4)$$

Коэффициенты корреляции приведенных зависимостей следующие: для формулы (3) $r = 0,90 \pm 0,04$, для формулы (4) $r = 0,74 \pm 0,10$.

Анализ, проведенный по результатам исследований, дает основания для следующих выводов:

Для Среднерусской возвышенности зависимости амплитуды уровней как от площади водосбора, так и от порядка речной системы являются более тесными, чем для Окско-Донской низменности. Для последней предпочтительна зависимость амплитуды уровней воды от порядка речной системы.

Полученные зависимости могут быть рекомендованы для использования в гидрологических расчетах при проектировании водохозяйственных объектов в бассейнах рассматриваемых рек в створах, не освещенных наблюдениями за уровнем воды, в диапазоне площадей водосбора и порядков рек, использованных в настоящей работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1986. – Т. 1 : РСФСР, вып. 3 : Бассейн Дона. – 558 с.
2. Определение расчетных гидрологических характеристик : СП 33-101-2003. – Москва : 2004. – 72 с.
3. Ржаницын Н. А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети / Н. А. Ржаницын. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1960. – 238 с.
4. Ржаницын Н. А. Руслоформирующие процессы рек / Н. А. Ржаницын. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 262 с.
5. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации / А. В. Сикан. – Санкт-Петербург : Издательство Российского государственного гидрометеорологического университета, 2007. – 279 с.
6. Философов В. П. Краткое руководство по морфологическому методу поисков тектонических структур / В. П. Философов. – Саратов : Издательство Саратовского государственного университета, 1960. – 95 с.
7. Хортон Р. Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов / Р. Е. Хортон. – Москва : Издательство иностранной литературы, 1948. – 158 с.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushy. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1986. – Т. 1 : RSFSR, вып. 3 : Basseyn Dona. – 558 s.
2. Opredelenie raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik : SP 33-101-2003. – Moskva : 2004. – 72 s.
3. Rzhانيتsyn N. A. Morfologicheskie i gidrologicheskie zakonomernosti stroeniya rechnoy seti / N. A. Rzhانيتsyn. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1960. – 238 s.
4. Rzhانيتsyn N. A. Rusloformiruyushchie protsessy rek / N. A. Rzhانيتsyn. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1985. – 262 s.
5. Sikan A. V. Metody statisticheskoy obrabotki gidrometeorologicheskoy informatsii / A. V. Sikan. – Sankt-Peterburg : Izdatel'stvo Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta, 2007. – 279 s.
6. Filosofov V. P. Kratkoe rukovodstvo po morfologicheskomu metodu poiskov tektonicheskikh struktur / V. P. Filosofov. – Saratov : Izdatel'stvo Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta, 1960. – 95 s.
7. Khorton R. E. Erozionnoe razvitie rek i vodosbornykh basseynov / R. E. Khorton. – Moskva : Izdatel'stvo inostrannoy literatury, 1948. – 158 s.

Илатовская Екатерина Сергеевна
аспирантка ФГБУ «Государственного гидрологического института», инженер-гидролог в ООО «ГеоТехТранс», г. Воронеж, т. 8 (473) 253-00-06, 89611885528, E-mail: ilatovskay@gmail.com

Platovskaya Ekaterina Sergeevna
postgraduate student of FSBI «State Hydrological Institute», engineer-hydrologist at LLC «Geoinformation and Transporting Technologies», Voronezh, tel. 8 (473) 253-00-06, 89611885528, E-mail: ilatovskay@gmail.com