

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА СТОК РЕКИ АКТАЙ

Ю.В. Мутыгуллина, *мл. науч. сотр.*

О.Н. Урбанова, *ст. науч. сотр.*

А.Т. Горшкова, *канд. географ. наук, заведующая лабораторией гидрологии*

Н.В. Бортникова, *научный сотрудник*

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

(Россия, г. Казань)

DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10106

Аннотация. *С помощью компьютерной программы «Гидрограф» определено влияние растительности на сток реки Актай, протекающей по территории Республики Татарстан. С целью определения этого влияния для двух однородных по типу формирования стока участков водосбора, но с различным растительным покровом (лес и степь) были построены и сопоставлены наблюдаемые (фактические) и рассчитанные (смоделированные) гидрографы стока. Сопоставление этих гидрографов показывало, что время наступления основных фаз гидрологического режима, и в частности, весеннего половодья, на реке Актай и на степных и на лесных территориях практически совпадает. Но отмечено четкое отличие в величине пиков (максимальных расходов) половодья. На степных территориях максимум половодья выше, чем на лесных водосборах.*

Ключевые слова: *стокоформирующие комплексы, рассчитанные и наблюдаемые гидрографы стока.*

Вопрос о непосредственном влиянии растительного покрова водосборов на величину стока рек остается в течение долгого времени дискуссионным. Распространение растительности и поверхностный сток на водосборах зависят в первую очередь от климата данной территории. При одинаковых климатических условиях эта зависимость определяется рядом других причин, в частности, ландшафтными условиями территории. Основным элементом ландшафта в данном случае является геоморфология местности, обуславливающая процессы стекания воды по поверхности земли, уровень залегания грунтовых вод, состав и генезис почв, типы биогеоценозов и др.

Влияние на сток этих не климатических факторов затушевывается для крупных речных бассейнов, на которых выявить влияние растительности на сток в «чистом» виде гораздо труднее вследствие совместного компенсирующего действия других факторов.

Целью данного исследования явилась возможность определения степени влияния растительности на речной сток бассейна малой реки с помощью компьютер-

ных программ, моделирующих влияние различных природных факторов на величину поверхностного стока. Среди большого количества компьютерных разработок была выбрана специализированная программа под названием «Комплексная программа распределенной гидрологической модели «Гидрограф» [Макарьева..., 2018]. Данный программный комплекс представляет собой математическую систему, которая может быть использована для любого географического района и речного бассейна любого размера. Параметры, отражающие процессы формирования всех видов стока, в данной системе распределены по площади бассейна (упорядоченная система репрезентативных точек), а также по вертикали в пределах почвенно-растительной колонки – лито-педофитона (расчетные слои почвы). «Гидрограф» является универсальным, поскольку дает возможность в рамках целостной системы моделировать процессы формирования стока, позволяя спрогнозировать зависимость стока от отдельных стокообразующих природных факторов, будь то климат, геолого-почвенные условия или характер растительности на водосборе.

Программный комплекс разработан под руководством профессора Ю.Б. Виноградова в Государственном гидрологическом институте г. Санкт-Петербурга [Hydrograph model].

Материалы и методы. В основе данного исследования, направленного на выявление взаимосвязи растительного покрова водосбора малой реки и величины речного стока, лежат статистические методы, позволяющие определить тенденцию изменения стока и установить причины ее вызывающие.

Объектом данного исследования является малая река Актай (75.3 км длиной), протекающая по территории Алькеевского и Алексеевского муниципальных районов Республики Татарстан. В работе использованы данные стационарных наблюдений за гидрологическим режимом реки (1980-2016 гг.), которые ведутся на гидрологическом посту, расположенном на 35 км от устья у с. Караваево, замыкающего площадь в 690 км². Водосбор реки представляет собой склоновый тип местности (приводораздельные, средние и нижние части склонов долины) [Атлас..., 2005]. В ландшафтах водосбора «скрещиваются взаимные влияния общего и местного климата с одной стороны, рельефа, геологических условий с другой, растительности и животного мира с третьей и т.д.» [Ландшафты..., 2007]. Рельеф территории характеризуется как слаборасчлененный. Это определяется небольшой высотой местности

и молодостью слагающих ее отложений. Для территории характерно сравнительно небольшое количество осадков, рассредоточение поверхностного стока по длинным, уплощенным склонам и хорошая проницаемость грунтов.

По средней многолетней величине го основу расчетов, были построены наблюдаемые (фактические) суточные гидрографы стока, отражающие средний сток со всего водосбора. Для определения влияния растительного покрова на сток р. Актай на исследуемой части водосбора были выделены однородные по типу формирования стока участки, так называемые стокоформирующие комплексы (СФК), которые в модели «Гидрограф» представлены набором репрезентативных точек, расположенных в пределах водораздельного контура и упорядоченных в виде гексагональной сетки. Каждой репрезентативной точке приписывается тяготеющая к ней площадь водосбора, для которой определены географические координаты, ориентация, уклон и расстояние по русловой сети до замыкающего створа, а также сочетание типов почв, растительности и топографических условий. Особое внимание было уделено почвенно-растительному покрову, который был проанализирован на уровне преобладающих типов ассоциаций – лесных и степных. На изучаемой территории выделено два вида СФК, представленных на рисунке 1.



Рис. 1. Стокоформирующие комплексы в бассейне р. Актай

СФК №1 представляет собой степную территорию, в почвенном покрове которой преобладают выщелоченные черноземы,

являющиеся основными почвами территории, под разнотравно-ковыльными луговыми степями. Доминирующим видом

растительного покрова является ковыль перистый (*Stipa pennata*), адонис весенний (*Adonis vernalis*), василёк русский (*Centaurea ruthenica*), резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris*).

СФК №2 представляет собой территорию, относящуюся к району семигумидных широколиственных, осиновых (*Populus tremula*) неморальнотравяных остепненных лесов, в почвенном покрове которых преобладает темно-серая лесная почва.

Для каждого СФК были построены расчетные суточные гидрографы стока.

Результаты исследования. Наблюденные или фактические гидрографы суточного стока, построенные по данным гид-

ропоста Караваево, были сопоставлены с рассчитанными гидрографами суточного стока, полученными в результате моделирования для каждого СФК. Для такого моделирования были выбраны года с наилучшим значением критерия качества Нэша-Сатклиффа, который используется в гидрологическом моделировании для оценки сходимости рассчитанных и наблюдаемых рядов стока, которые выбирались из ряда гидрографов, смоделированных при естественных условиях водосбора. Наилучшее совпадение рассчитанных и наблюдаемых гидрографов стока отмечается в период 1999-2001 гг. Результаты моделирования для каждого СФК представлены на рисунках 2 и 3.



Рис. 2. Рассчитанные и наблюдаемые гидрографы стока СФК №1

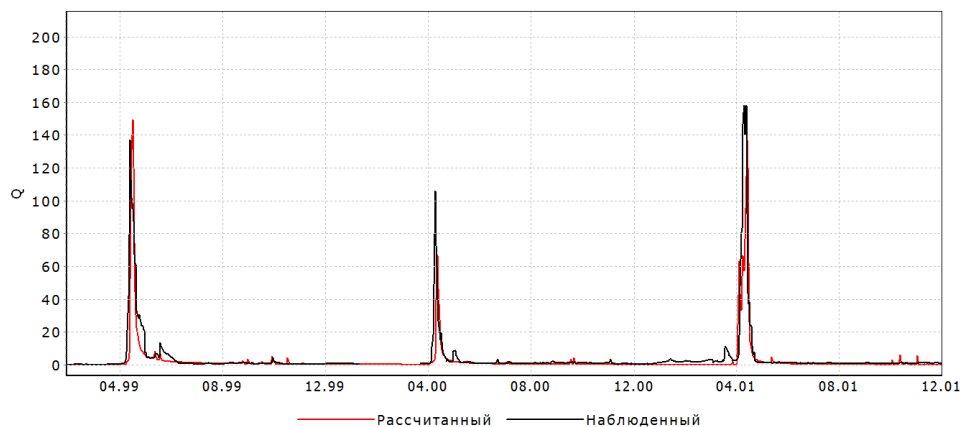


Рис. 3. Рассчитанные и наблюдаемые гидрографы стока СФК №2

На водосборе с преобладанием разно-травно-ковыльных луговых степей (СФК №1), рассчитанные пики половодья (1999, 2001 гг.) превышают наблюдаемые (фактические) значения. Причем в 2001 году отмечается целая волна нарастающих по

времени и величине пиков с максимумом значений. В 2000 году наблюдаемый и расчетный гидрографы практически совпадают. Рассчитанные гидрографы отражают более быстрое прохождение половодья по времени.

На водосборе с преобладанием осино-вых неморальнотравяных, иногда остепненных лесов (СФК №2) наблюдается обратная картина. Рассчитанные пики половодья меньше, чем наблюдаемые (фактические), кроме 1999 года, когда отмечается максимальное половодье выбранного периода. По времени прохождения половодья и объемам стока половодье 1999 года проходило практически одинаково на территории обоих СФК. Половодье 2001 года характеризуется не плавным как в другие годы, а таким же скачкообразным нарастанием расходов с формированием нескольких пиков, но их величина оказывается ниже, чем в СФК №1.

Сопоставление наблюдаемых (фактических) и рассчитанных гидрографов показывает, что время наступления основных фаз гидрологического режима, и в частности, весеннего половодья, на р. Актай и на степных и на лесных территориях совпадает. Но отмечено четкое отличие в величине пиков (максимальных расходов) половодья.

Сопоставляя рассчитанные гидрографы, построенные для двух видов территории (степь и лес) и представленные на рисунке 4, отметим, что максимумы половодья на степных территориях выше, чем на лесных водосборах.

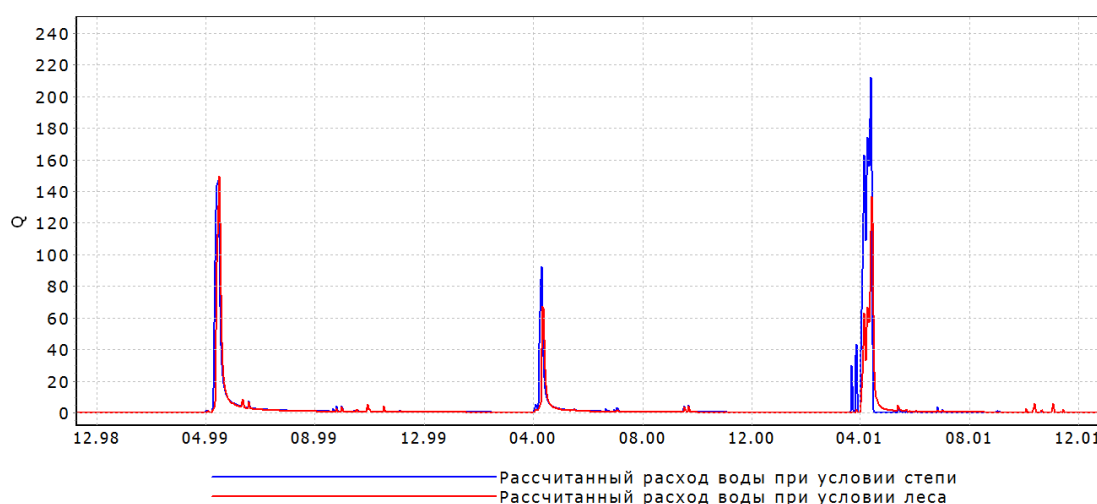


Рис. 4. Рассчитанные гидрографы стока для СФК №1 (синяя кривая) и СФК №2 (красная кривая)

Это подтверждает и рассчитанный среднесноголетний водный баланс территории, который показал, что слой стока при условии покрытия водосбора степной растительностью составляет 172 мм, а при условии произрастания леса всего 120 мм.

Следовательно, смоделированная ситуация подтвердила общее признание многих исследователей о том, что лес замедляет снеготаяние, весьма эффективно поглощая воду, стекающую по поверхности, чем способствует снижению объема и высоты пика весеннего половодья.

Заключение. Для выявления изменения речного стока под воздействием растительного покрова была использована специализированная «Комплексная програм-

ма распределенной гидрологической модели «Гидрограф», с помощью которой были смоделированы процессы формирования стока для степных и лесных водосборов.

Для данных типов водосборов были получены расчетные гидрографы стока, сопоставление которых с гидрографами наблюдаемого (фактического) стока гидропоста Караваяево показали, что рассчитанные параметры стока, полученные для степных водосборов, превышают наблюдаемые значения, а для лесных водосборов они ниже фактических значений. На степных водосборах весеннее половодье начинается немного раньше, чем на лесных территориях. При одинаковых размерах

водосборов малых рек, одинаковых климатических и гидрогеологических условиях величина безвозвратных потерь на инфильтрацию возрастает с увеличением лесистости, а, следовательно, происходит и уменьшение стока.

Сравнение рассчитанных гидрографов для двух видов территории (лесные и степные площади) отражает такую же картину – при одинаковых размерах водосборов, климатических и гидрогеологических условиях половодье в условиях степи на-

чинается несколько ранее и бывает больше по величине, чем в условиях покрытия водосбора лесной растительностью.

Таким образом, полученные с помощью программы «Гидрограф» параметры стока р. Актай, отразили влияние растительных насаждений (степных и лесных) на поверхностный сток, формирующийся на малых площадях водосбора, и подтвердили теорию о том, что сток со степных территорий больше чем с лесных водосборов.

Библиографический список

1. Макарьева, О.М. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619084 «Комплексная программа распределенной гидрологической модели «Гидрограф». Дата регистрации: 30.07.2018.

2. *Hydrograph model* – Модель «Гидрограф». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hydrograph-model.ru/index.php?menu=2/>, свободный. – Дата обращения: 30.11.2019.

3. *Атлас Республики Татарстан*. – М.: Производственное картографическое объединение «Картография», 2005. – 210 с.

4. Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ. – Казань: «Слово», 2007. – 411 с.

INFLUENCE OF VEGETATION COVER ON THE FLOW OF THE AKTAY RIVER

Y.V. Mutygullina, *Researcher*

O.N. Urbanova, *Senior Researcher*

A.T. Gorshkova, *Candidate of Geographical Sciences, Head of Department of Hydrology*

N.V. Bortnirova, *Researcher*

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences

(Russia, Kazan)

Abstract. *Using the computer program "Hydrograph", the influence of vegetation on the flow of the Aktay river flowing through the territory of the Republic of Tatarstan was determined. In order to determine this effect, observed (actual) and calculated (modeled) flow hydrographs were constructed and compared for two catchment areas that were homogeneous in type of flow formation, but with different vegetation cover (forest and steppe). Comparison of these hydrographs showed that the time of occurrence of the main phases of the hydrological regime, and in particular, the spring flood, on the Aktay river and on the steppe and forest territories practically coincides. But there is a clear difference in the magnitude of the peak (maximum expenditure) of the flood. In steppe areas, the maximum flood is higher than in forest catchments.*

Keywords: *flow-forming complexes, calculated and observed flow hydrographs.*