



УДК 556.342.2

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА РЕК СЕВЕРО–ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОДОСБОРА КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

**Шайдулина Аделия Александровна**, старший преподаватель кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов

Пермский государственный национальный исследовательский университет

614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

**Демина Валерия Викторовна**, студент 3 курса кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов

Пермский государственный национальный исследовательский университет

614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

*Аннотация. В работе рассматривается скоростной режим рек бассейна Верхней Камы до п. Бондюг в фазу весеннего половодья. Исходными данными послужили материалы наблюдений Пермского ЦГМС за период 1936–1974 гг. Дана пространственно-временная характеристика скоростей течения в периоды подъёма, пика и спада весеннего половодья.*

*Ключевые слова: реки, водосбор Верхней Камы, скоростной режим, весеннее половодье.*

Весеннее половодье является одной из основных фаз водного режима рек бассейна Верхней Камы, в период которого происходит увеличение скоростей течения вследствие процесса весеннего снеготаяния. Величина и продолжительность весеннего половодья определяются характеристиками климата и подстилающей поверхности. К важнейшим характеристикам климата относятся увлажненность почвы и ее промерзание предшествующей осенью, температура воздуха и осадки в весенний период. Важнейшими характеристиками подстилающей поверхности являются: геологическое строение водосбора, почвенно-растительный покров, залесённость территории и др.

Талые воды, стекая с водосбора, проступают в речную сеть и тем самым формируют сток в замыкающем створе. Так в период весеннего половодья значения скорости воды достигают своего максимума, а в период межени они минимальны.

Вопросами изменения скоростного режима в разные годы занимались Комаров В.Д. [8], Кузьмин П.П. [9], Калинин Г.П. и Аполлов Б.А. [1], Лебедева Н.Д. [10], Попов Е.Г. [13], Георгиевский В.Ю. [2], Калинин В.Г. [5,6,7], Микова К.Д. [11] и др.

Целью данной работы является анализ скоростного режима рек северо-западной части водосбора Камского водохранилища в периоды подъема, пика и спада весеннего половодья.

При анализе скоростного режима использовались данные таблиц «Измеренные ежедневные уровни воды» из Гидрологических ежегодников [3] для рек Верхней Камы по 6 гидрологическим постам (г/п) (рис. 1) за период 1936-74 гг.

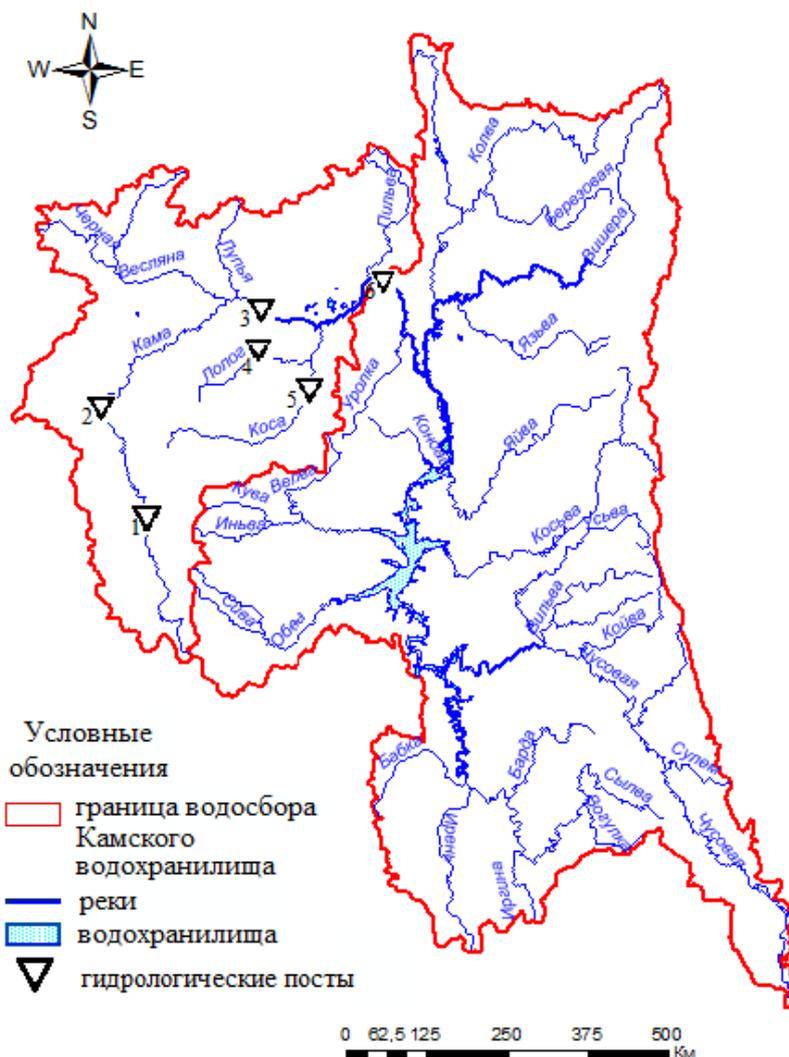
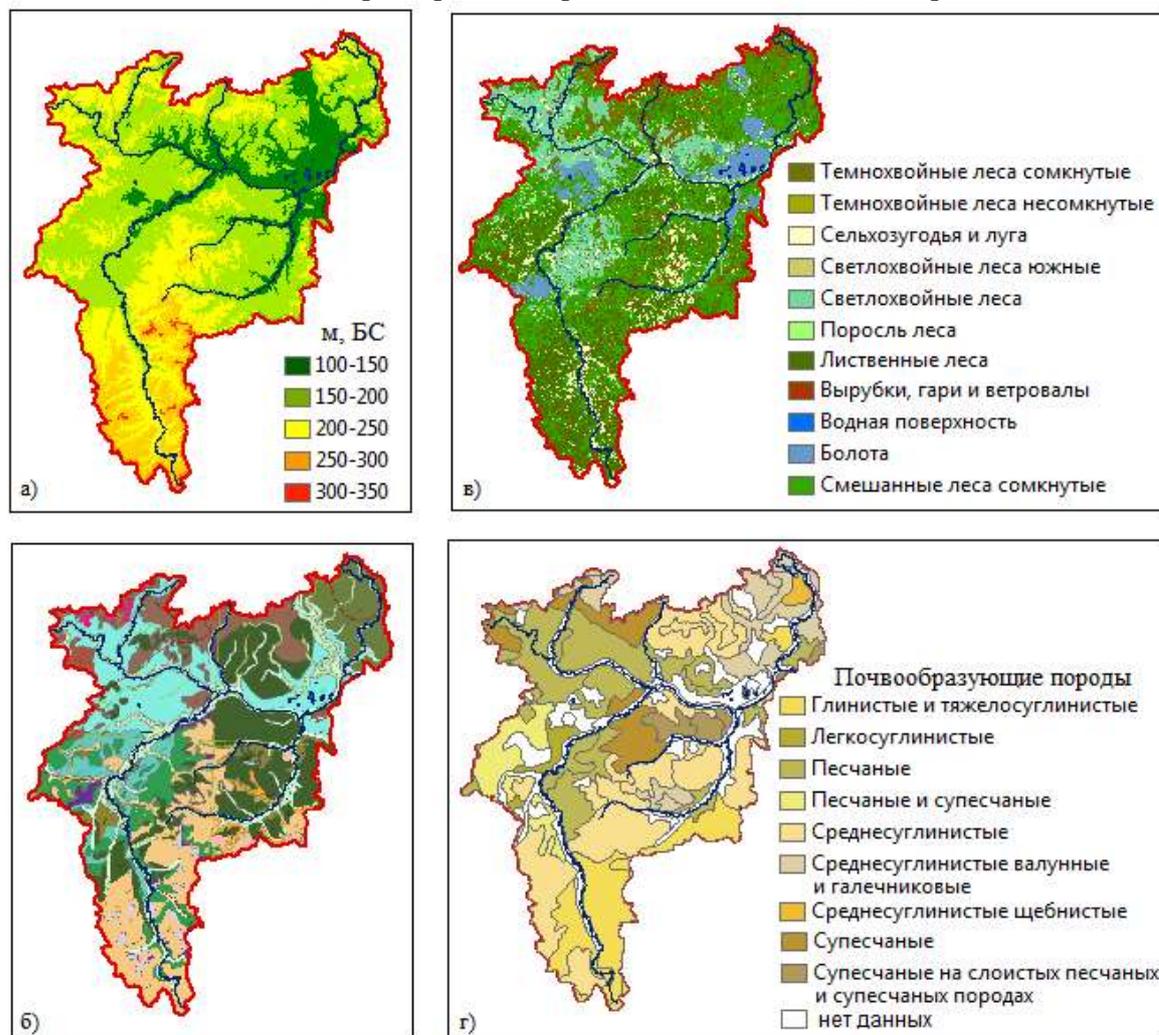


Рис. 1. Водосбор г/п Кама-Бондюг на территории бассейна Камского водохранилища (1– г/п Кама-Ширяевский; 2– г/п Кама-Волосницкое; 3– г/п Кама-Гайны; 4– г/п Лолог-Сергеевский; 5– г/п Коса-Коса; 6– г/п Кама-Бондюг)

Исток р. Камы находится в Удмуртской республике у с. Кулига. До г/п Кама-Бондюг река протекает также по территории Кировской области и Пермского края. Общая площадь исследуемой территории составляет 46 300 км<sup>2</sup>, а высоты меняются в пределах от 100 до 350 м БС (рис. 2а). На водосборе широко распространены песчаники, конгломераты, глины, алевролиты, мергели, известняки, супеси, пески и аллювиальные отложения по берегам рек (рис. 2б). Карта ландшафтов по состоянию на 2019 г. создана по данным Global Land Cover [4, 14-16] (рис. 2в). Растительный покров в основном представлен смешанными сомкнутыми и темнохвойными сомкнутыми и несомкнутыми лесами. На водосборе встречаются болота, которые расположены в долинах и на плоских водоразделах рек Весляны, Косы и Камы в её верхнем течении (г/п Кама-Волосницкое, Кама-Гайны). Почвообразующие породы меняются с севера на юг: на севере преобладают легкосуглинистые и песчаные, а на юге территории в основном представлены глинистые и

среднесуглинистые щелнистые породы (рис. 2г). На исследуемой территории встречаются почвы подзолистого типа, характерные для района хвойных лесов, и серые лесные почвы.



Условные обозначения (рис. 2б):



Рис. 2. Рельеф (а), четвертичные отложения (б), ландшафты (в) и почвообразующие породы (г) на водосборе г/п Кама-Бондюг

Физико-географические условия водосбора оказывают непосредственное влияние на скоростной режим рек данной территории. Так, рельеф характеризуется значительной расчленённостью, наличием меридионально вытянутых хребтов, гряд и увалов. В отличие от горной территории, данная часть водосбора отличается незначительными перепадами высот, уклонами водной поверхности и водосбора, что формирует своеобразие скоростного режима. В растительном покрове преобладают леса, занимающие более 75% территории, что оказывает непосредственное влияние на стаивание снежного покрова и формирование талого стока весной.

Основные гидрографические характеристики исследуемых водосборов представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Основные гидрографические характеристики исследуемых водосборов [2]**

№ п/п	Водосбор	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбора, м БС	Средний уклон водосбора, ‰	Длина главного водотока, км	Коэффициент густоты речной сети, км/км <sup>2</sup>	Лесистость, %
1	Кама–Ширяевский	4993	250	20,78	218	0,64	84
2	Кама–Волосницкое	9842	235	17,41	380	0,56	83
3	Кама–Гайны	27822	200	13,47	626	0,45	84
4	Лолог–Сергеевский	1641	190	18,50	72	0,49	90
5	Коса–Коса	6221	183	16,76	219	0,48	87
6	Кама–Бондюг	46602	188	13,83	749	0,45	75

Анализ табл. 1 показал, что средняя высота водосбора изменяется в пределах от 183 до 250 м БС, а средний уклон от 13,47 до 20,78 ‰. Исток р. Кама расположен на Верхнекамской возвышенности на отметке 335 м БС, что обусловило самые большие значения средней высоты водосбора и уклона для г/п Кама-Ширяевский (250 м БС и 20,78 ‰ соответственно). Далее течение приобретает равнинный характер, и средняя высота водосбора снижается, достигая минимальных значений на г/п Кама-Бондюг (188 м БС). Для притоков р. Камы и р. Косы его значения несколько выше, чем у самой р. Камы 16,76-18,50 ‰. Коэффициент густоты речной сети находится в интервале от 0,45 до 0,64 км/км<sup>2</sup>. Данный коэффициент зависит от ряда факторов: рельефа, геологии местности, свойств почв, климата и др. В горной части территории он значительно больше, чем на равнине.

Выполнен расчет скоростей течения за весенний период на подъеме, пике и спаде половодья для рек исследуемой территории (табл. 2). Выделение фаз подъема, пика и спада выполнено с привлечением данных о значениях ежедневных уровнях воды по исследуемым г/п.

Таблица 2

**Скорости течения рек бассейна Верхней Камы в период весеннего половодья**

Значение Фазы	Минимальное значение		Максимальное значение		Среднее значение	
	v, м/с	Дата	v, м/с	Дата	v, м/с	Дата
г/п Кама-Ширяевский						
Подъем	0,50	05.апр	1,43	26.апр	0,75	12.апр
Пик	1,11	26.апр	1,87	25.май	1,46	05.май
Спад	0,38	27.май	0,98	18.июн	0,76	07.июн
г/п Кама-Волосницкое						
Подъем	0,32	07.апр	0,76	05.май	0,56	16.апр
Пик	0,96	20.апр	1,36	26.май	1,18	05.май
Спад	0,45	27.май	0,97	17.июн	0,75	08.июн
г/п Кама-Гайны						
Подъем	0,36	12.апр	0,90	28.апр	0,55	19.апр
Пик	1,13	1.май	1,48	26.май	1,29	11.май
Спад	0,63	1.июн	0,99	17.июн	0,79	10.июн
г/п Кама-Бондюг						
Подъем	0,24	13.апр	0,65	27.апр	0,40	21.апр
Пик	1,08	26.апр	2,06	31.май	1,50	11.май
Спад	0,46	04.июн	1,07	26.июн	0,69	14.июн
г/п Коса-Коса						
Подъем	0,20	6.апр	0,75	26.пр	0,45	16.апр
Пик	1,31	4.май	1,63	14.май	1,48	9.май
Спад	0,61	13.июн	0,73	22.июн	0,67	17.июн
г/п Лолог-Сергеевский						
Подъем	0,19	13.апр	0,53	26.апр	0,31	16.апр
Пик	0,71	18.апр	1,03	19.май	0,85	2.май
Спад	0,25	24.апр	0,62	19.июн	0,49	1.июн

Анализ табл. 2 показал, что для г/п Кама-Ширяевский средние скорости течения в период половодья на подъёме и спаде почти равны (0,75 и 0,76 м/с), а на пике в два раза больше –1,43 м/с. Прослеживается тенденция снижения средних скоростей течения во все фазы весеннего половодья при движении вниз по течению, за исключением г/п Кама-Бондюг. Последнее связано с впадением р. Косы на 64 км выше по течению.

Максимальные значения скоростей течения приурочены к г/п Кама-Бондюг, и на пике половодья могут достигать 2,06 м/с. На всех исследуемых г/п максимальные значения скоростей течения выше 1,00 м/с.

Минимальные значения скоростей течения на пике половодья по г/п колеблются от 0,71 до 1,13 м/с.

Распределение средних скоростей и дат их наступления представлено на рис. 3.

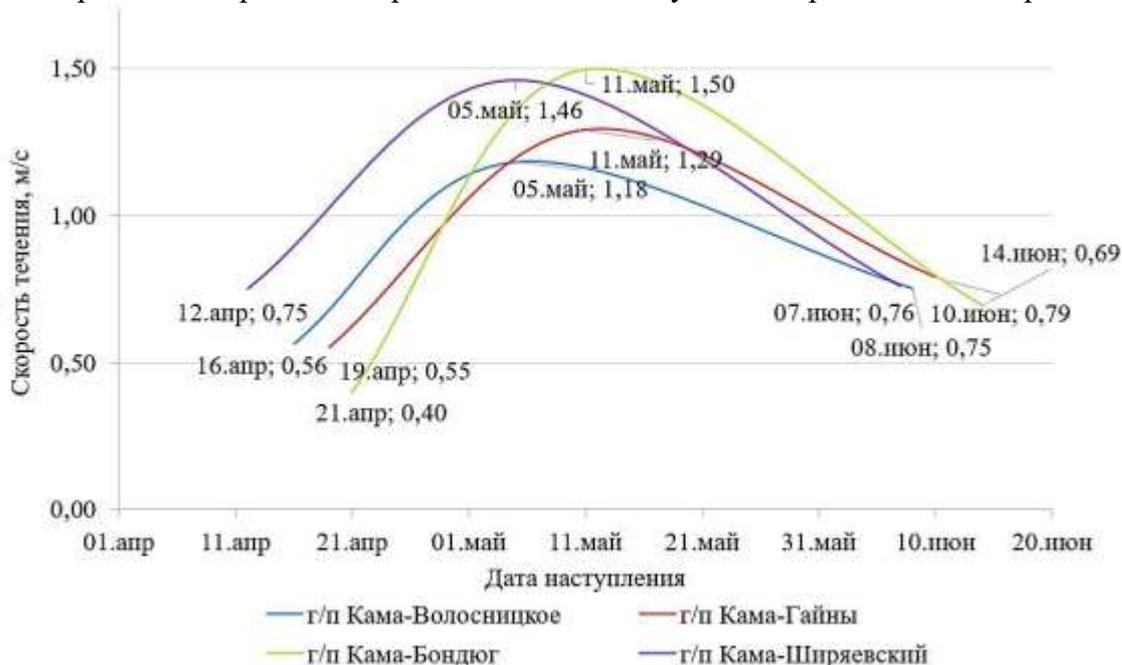


Рис. 3. Средние скорости течения и даты их наступления в период весеннего половодья по г/п Верхней Камы

Анализ рис. 3 показал, что самые ранние даты увеличения скоростей течения приурочены к верховьям р. Камы, что связано с широтной зональностью. Первыми увеличиваются скорости на г/п Кама-Ширяевский, затем идет г/п Кама-Волосницкое, а графики по г/п Кама-Гайны и г/п Кама-Бондюг почти синхронны.

Таким образом, рассмотрен скоростной режим рек бассейна Верхней Камы. Установлены пространственные закономерности увеличения скоростей течения в весенний период, подчиняющиеся широтной зональности и амплитуды колебания величины скоростей на подъёме, пике и спаде половодья.

#### Список литературы:

1. Аполлов Б.А. Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 422 с.
2. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2007. – 436 с.
3. Гидрологический ежегодник. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). Том 4. Вып.5-7. Бассейн р.Камы. Л.: Гидрометеиздат, 1936-1974 гг.
4. Калинин В.Г. Пьянков С.В. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. Пермь: Пермский гос. Ун-т, 2010. –212 с.

5. Калинин В.Г., Суманеева К.И., Русаков В.С. Анализ методов интерполяции пространственного распределения метеорологических характеристик при расчетах весеннего снеготаяния // Географический вестник. – 2017. – № 2. – С. 126-136.
6. Калинин В.Г., Суманеева К.И., Русаков В.С. Моделирование пространственного распределения снежного покрова в период весеннего снеготаяния // Метеорология и гидрология. 2019. № 2. – С. 74-85.
7. Калинин В.Г., Шайдулина А.А., Русаков В.С., Фасахов М.А. О верификации модельных расчетов пространственного распределения снежного покрова в период снеготаяния // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. – Пермь. 2021. – С. 99-106.
8. Комаров В.Д. О процессах формирования половодья на малой реке и предвычисления его гидрографа // Тр. ЦИП. 1947. Вып. 6 (33). С. 3-41.
9. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 348 с.
10. Лебедева Н.Д. Долгосрочные прогнозы притока воды в водохранилище Камской ГЭС // Тр. ЦИП. 1967. Вып. 155. – С. 89-102.
11. Микова К.Д., Трифонова Е.В. Вопросы об использовании эмпирических зависимостей для прогноза дат начала весеннего половодья//Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Материалы Междунар. науч.-прак. конф. Челябинск: АБРИС, 2008. –С. 80-82.
12. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Камы: Научно-прикладной справочник пособие / В.Ю. под редакцией Георгиевский. – Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015. – 135 с.
13. Попов Е.Г. Анализ формирования стока равнинных рек. Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 131 с.
14. Пьянков С.В., Калинин В.Г. Гидрография. Создание цифровых моделей рельефа для определения гидрографических характеристик рек и их водосборов. Ч. 1. Пермь: Пермский гос. нац. исслед. ун-т, 2014. – 63 с.
15. Пьянков С.В., Шихов А.Н., Михайлюкова П.Г. Моделирование снегонакопления и снеготаяния в бассейне р. Кама с применением данных глобальных моделей прогноза погоды// Лёд и Снег. 2019. 59(4). –С. 494–508. .
16. Arino O, Bicheron P, Achard F, Latham J, Witt R, Weber JL 2008. GlobCover: the most detailed portrait of Earth. Eu Space Agency Bull.– 136 24–31.

## **VARIABILITY OF THE SPEED REGIME OF THE RIVERS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE KAMA RESERVOIR DURING THE SPRING FLOOD**

Adeliya A. Shaydulina, Valeria V. Demina,

*Abstract. The paper considers the speed regime of the rivers of the Upper Kama basin up to the village of Bondyug during the spring flood phase. The initial data were the materials of observations of the Perm hydrometeorological center for the period 1936–1974. The spatio-temporal characteristic of the current velocities during the periods of rise, peak and fall of the spring flood is given.*

*Keywords: rivers, catchment area of the Upper Kama, high-speed regime, spring flood.*