

УДК 551.48+556 (470.325)

DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-1-71-79

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОДНОГО РЕЖИМА МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)****VARIABILITY OF THE WATER REGIME OF SMALL RIVERS (ON THE EXAMPLE
OF THE BELGOROD REGION)****В.С. Решетников, А.Г. Корнилов, М.Г. Лебедева
V.S. Reshetnikov, A.G. Kornilov, M.G. Lebedeva**Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г.
Белгород, ул. Победы, 85

Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: kornilov@bsu.edu.ru; lebedeva_m@bsu.edu.ru; 244312@bsu.edu.ru

Аннотация

Динамика изменения стока малых рек на территории Белгородской области в зависимости от физико-климатических условий может носить различный характер. В этой связи имеет актуальность изучение и сравнительная оценка изменений гидрологического режима р. Нежеголь и р. Валуй как основных притоков крупнейшей речной артерии Белгородской области р. Северский Донец. Антропогенные и климатические факторы обуславливают изменения среднегодового стока в сторону его снижения, однако динамика происходящих изменений для обеих рек выражена неодинаково. В результате проведенного исследования выявлено, что тренд среднегодового стока р. Валуй показывает бóльшую динамику к снижению по сравнению с р. Нежеголь.

Abstract

The dynamics of the change in the flow of small rivers on the territory of the Belgorod Region, depending on the physical and climatic conditions, can be of a different nature. In this connection, the study and comparative assessment of the changes in the hydrological regime of the Nezhegol river and the Valuy river as the main tributaries of the largest river artery of the Belgorod region Seversky Donets river. Anthropogenic and climatic factors cause changes in the mean annual flow towards its decline, but the dynamics of the changes occurring for both rivers is not the same. As a result of the conducted research it was revealed that the trend of the average annual flow of the Valuy river shows great dynamics to decrease in comparison with Nezhegol river. Changes in the temperature and precipitation of the investigated river basins in the period from 1951 to 2016 show deviations from the norm. A distinctive feature of these climatic characteristics is the long-term trends of temperature growth. The amount of precipitation along with a slight negative deviation from the climatic norm in Belgorod does not have pronounced trends for changes, and in the city of Valuiki it even has a tendency to increase, which, however, can not compensate for the effect of the rise in the temperature regime. For the period 1951–2016 years. The average annual air temperature increased by 0.3–0.4°C. The annual amount of atmospheric precipitation in Belgorod city deviated from the norm by no more than 7.8%, and in Valuiki no more than 0.5%. Such a climatic pattern determines trends in the reduction of the flow of the rivers in question. Anthropogenic component also influences its influence. Since 1971, there has been a general serious decline in the flow of the rivers in question. It is at this time that the massive commissioning of new gas transportation systems on the waterways of the river rises. Nezhegol and the river. Valui, as well as on their tributaries. The most pronounced example of such an effect on runoff is observed on the river. Valuy due to the presence of a large reservoir in the village. Livenka at the source of the river opened in 1978 with a volume of 3.5 million m³ with a surface area of 159 hectares. In addition to the given climatic and anthropogenic factors on the formation of the water regime of the Nezhegol river and the Valuy river affect the physico-geographical conditions of the location of the basins of these rivers. The intra-annual flow of rivers with afforested basins is more regulated than for rivers with less wooded



basins, Valuy has a more pronounced trend to decline than the stock of the Nezhgol. Affects the location of the Valuy river in the South-East of the region, where the climate is more pronounced continental and manifests itself as aridity. In this area, the precipitation increase is not to increase stocks, and to increase spare due to overcome the saturation of air with water point. Figure correlation between the amount of precipitation and the size of the river's flow of the Valuy was 0.20, while that for the Nezhgol occurring in the different physical-geographical conditions, it was 0.42. Indeed, the amount of rainfall and temperature determine changes in the water regime (hydrographic characteristics) of the Valuy, as is evident from the nature of the mapping of relevant characteristics for the Valuy and the Nezhgol. However, correlation coefficients, especially in a case with the Valuy river, are insignificant because influence of climatic factors on hydrographic characteristics is differently mediated environment at various intra annual modes of weather conditions.

Ключевые слова: среднегодовой сток, лесистость, климатические факторы, физико-географические условия, антропогенное влияние.

Keywords: average annual runoff, forest cover, climatic factors, physical-geographical conditions, anthropogenic influence.

Введение

Положение Белгородской области на границе лесостепной и степной зон определяет многообразие природных условий и специфичность факторов формирования стока. Кроме того, геологические и почвенно-растительные условия территории внесли свои коррективы в образование стока рек [Шикломанов и др., 2007]. Водный режим малых рек региона в зависимости от физико-климатических условий носит различный характер. Изменение стока малых рек оказывает прямое воздействие на гидрологические характеристики более крупных рек, притоками которых они являются. В этой связи выявление характерных черт изменчивости водного режима малых рек имеет высокую актуальность. На примере Белгородской области анализу был подвергнут многолетний сток р. Нежеголь и р. Валуй.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования явились годовой сток р. Нежеголь и р. Валуй за период инструментальных гидрологических наблюдений с 1951 по 2016 годы. Исходными данными послужили данные стандартных гидрологических наблюдений на гидрологических постах ГП1 Шебекино – р. Нежеголь и ГП1 Валуйки – р. Валуй. Для анализа климатических условий, влияющих на поверхностное питание рек, использовались данные авиационной метеорологической станции АМСГ Белгород и метеорологической станции М-2 Валуйки. [Фондовые материалы ...].

Основная часть

В таблице 1 приводятся сводные характеристики рассматриваемых рек по данным государственного водного реестра.

Исток р. Нежеголь расположен в Шебекинском районе Белгородской области. На реке Нежеголь в 5 километрах от её устья расположен город Шебекино. Река Нежеголь впадает в р. Северский Донец с левого берега на 97 км от его истока. Питание реки преимущественно снеговое, первые несколько километров реки от истока пересыхают в летнее время. Ширина реки в нижнем течении (с. Титовка, г. Шебекино) – 20–30 м, в среднем течении – 10–15 м, в верхнем течении – 5–6 м. Глубина колеблется от 0.8 до 1.5 м. На реке у с. Стрелица расположено небольшое водохранилище площадью 75.8 га и объёмом 2.39 млн. м³.

Исток р. Валуй расположен около с. Хлевище Алексеевского района. Река течет на юго-запад по песчаной равнине, покрытой мелким лесом, местами прерываемой меловыми холмами. Правый берег Валуя возвышенный, местами обрывистый и крутой, левый — на всем течении реки – низменный. В 4 км ниже г. Валуйки впадает в р. Оскол. Ширина реки нигде не превышает 50 метров при глубине до метра.

Таблица 1
Table 1

Сводные характеристики р. Валуй и р. Нежеголь по данным государственного водного реестра
Summary characteristics of the Valui river and Nezhegol river according to the State Water Register

Характеристики	Реки	
	Валуй	Нежеголь
Местоположение	212 км по лв. берегу р. Оскол	918 км по лв. берегу р. Северский Донец
Впадает в	р. Оскол в 212 км от устья	р. Северский Донец в 918 км от устья
Бассейновый округ	Донской бассейновый округ (5)	
Речной бассейн	Дон (российская часть бассейна) (1)	
Речной подбассейн	Северский Донец (российская часть бассейна) (4)	
Водохозяйственный участок	р. Оскол ниже Старооскольского г/у до границы РФ с Украиной	р. Северский Донец от истока до границы РФ с Украиной без бассейнов рек Оскол и Айдар
Длина водотока	68 км	75 км
Водосборная площадь	1340 км ²	2940 км ²
Впадающие реки	р. Верхний Моисей, р. Полатовка, р. Сенная	р. Корень, р. Короча, р. Ольховый Яр, р. Заморный Яр

Бассейны Валуя и Нежеголи относятся к наиболее облесенным территориям Белгородской области. Лесистость бассейна р. Нежеголь в среднем составляет 11.23%, бассейна р. Валуй – 14.06% [Павлюк, 2017]. Лесистость территории в границах данных речных бассейнов отражена на рисунке 1.

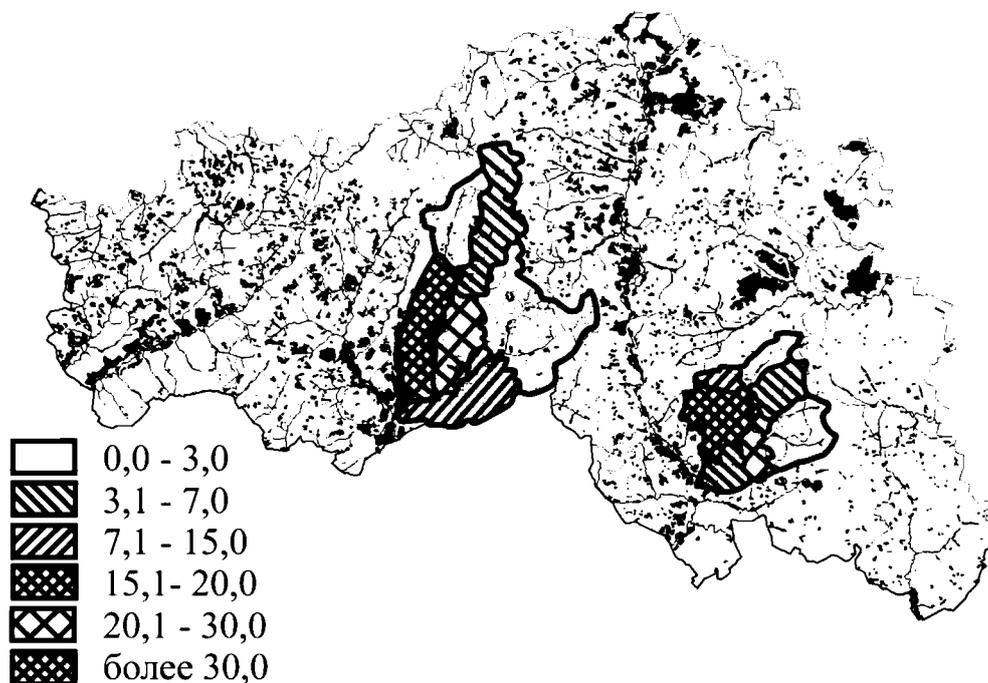


Рис. 1. Лесистость территории (%) в границах речных бассейнов р. Нежеголь и р. Валуй
Fig. 1. Forest area (%) within the boundaries river basins of the Valui river and Nezhegol river

Особенности многолетней динамики климатических характеристик территорий протекания рассматриваемых рек и степень соответствия данных характеристик климатическим нормам [Корнилов и др., 2012] отражены в таблице 2.



Таблица 2

Table 2

Среднемесячные и среднегодовые показатели температуры и осадков по данным АМСГ
Белгород и М-2 Валуйки (1951–2016 гг.)

Monthly average and average annual indicators of temperature and precipitation in Belgorod
and Valyiki (1951–2016)

Параметр	Месяцы												Год
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
АМСГ Белгород. Температура воздуха, °С													
Климатическая норма (1961–1990)	– 8.0	– 6.8	– 1.8	7.6	14. 8	17. 8	19. 4	18. 7	13. 2	6.6	0.3	– 4.1	6.5
Фактическое значение	– 6.9	– 6.5	– 1.3	8.1	14. 9	18. 5	20. 1	19. 2	13. 3	6.7	0.1	– 4.3	6.8
Отклонение от нормы	+1. 1	+0. 3	+0. 5	+0. 5	+0. 1	+0. 7	+0. 7	+0. 5	+0. 1	+0. 1	– 0.2	– 0.2	+0. 3
М-2 Валуйки. Температура воздуха, °С													
Климатическая норма (1961–1990)	– 7.7	– 6.5	– 1.0	8.8	15. 4	18. 7	20. 0	19. 0	13. 4	6.8	0.9	– 3.8	7.0
Фактическое значение	– 6.5	– 6.1	– 0.5	8.8	15. 4	19. 1	20. 8	19. 6	13. 7	7.1	0.7	– 3.8	7.4
Отклонение от нормы	+1. 2	+0. 4	+0. 5	– –	– –	+0. 4	+0. 8	+0. 6	+0. 3	+0. 3	– 0.2	– –	+0. 4
АМСГ Белгород. Осадки, мм													
Климатическая норма (1961–1990)	52	40	36	46	48	67	72	53	49	40	52	50	605
Фактическое значение	42. 8	34. 8	34. 6	36. 9	49. 2	60. 3	67. 0	48. 5	49. 3	44. 7	42. 9	46. 3	557. 3
Отклонение от нормы	– 9.2	– 5.2	– 1.4	– 9.1	+1. 2	– 6.7	– 5.0	– 4.5	+0. 3	+4. 7	– 9.1	– 3.7	– 47. 7
М-2 Валуйки. Осадки, мм													
Климатическая норма (1961–1990)	44	35	30	39	42	68	64	51	48	37	50	50	558
Фактическое значение	45. 1	36. 6	33. 0	39. 0	46. 0	63. 9	63. 9	48. 8	45. 3	40. 1	44. 8	48. 7	555. 1
Отклонение от нормы	+1. 1	+1. 6	+3. 0	– –	+4. 0	– 4.1	– 0.1	– 2.2	– 2.7	+3. 1	– 5.2	– 1.3	– 2.9

На территориях протекания рек зафиксирован рост средних многолетних температур воздуха. Для территории бассейна р. Нежеголь средний многолетний прирост показателя температуры воздуха составил $+0.3^{\circ}\text{C}$ с амплитудой отклонений от среднегодовой нормы по месяцам от -0.2°C до $+1.1^{\circ}\text{C}$. Для территории бассейна р. Валуй средний многолетний прирост данного показателя составил $+0.4^{\circ}\text{C}$ с амплитудой отклонений от среднегодовой нормы по месяцам от -0.2°C до $+1.2^{\circ}\text{C}$.

Наглядно динамика изменения температур по АМСГ Белгород и М-2 Валуйки представлена на рисунках 2–3.

Территории водосбора р. Нежеголь и р. Валуй при близких характеристиках температуры воздуха имеют отличную друг от друга динамику количества осадков в рассматриваемый период с 1951 по 2016 гг. Для территории бассейна р. Нежеголь при среднемесячном отклонении от нормы в -3.9 мм суммарное среднегодовое отклонение от климатической нормы составило -7.8% . Для территории бассейна р. Валуй при

среднемесячном отклонении от нормы в -0.24 мм суммарное среднегодовое отклонение от климатической нормы составило всего лишь -0.5% . При этом тренд атмосферных осадков по территории бассейна р. Нежеголь не имеет ярко выраженной тенденции к изменениям, а аналогичный тренд по бассейну р. Валуй имеет видимую тенденцию к росту количества осадков, что наглядно демонстрируют графики на рисунках 4–5.

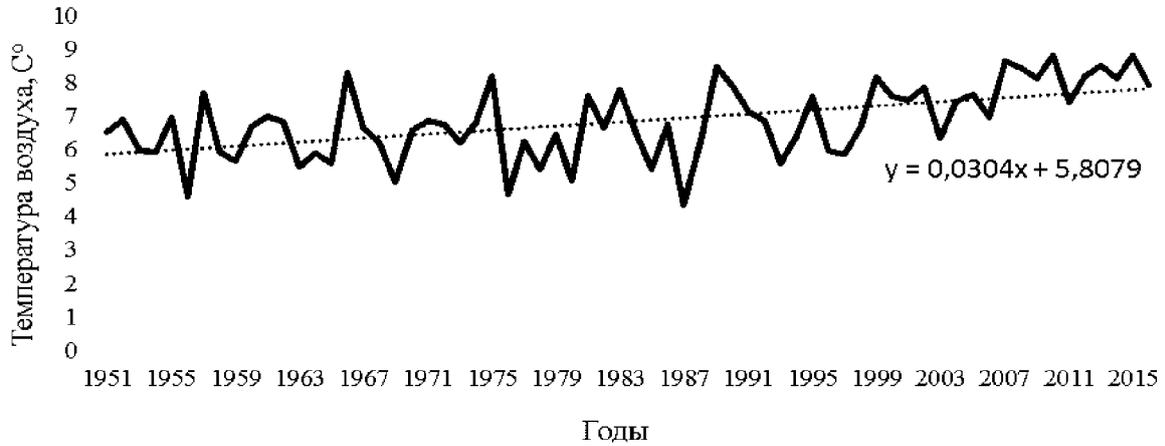


Рис. 2. Среднегодовая температура воздуха по АМСГ Белгород (1951–2016 гг.)
 Fig. 2. Average annual air temperature according to the AIMS Belgorod (1951–2016)

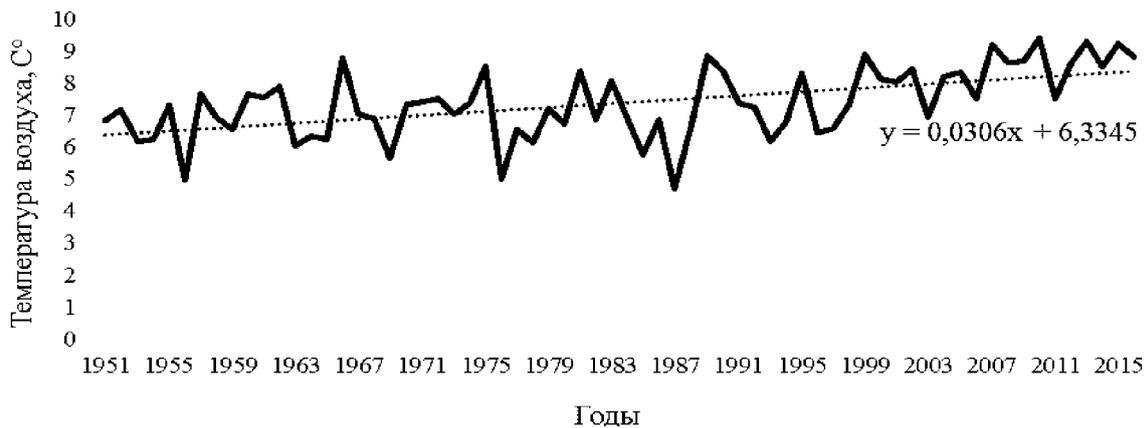


Рис. 3. Среднегодовая температура воздуха по М-2 Валуйки (1951–2016 гг.)
 Fig. 3. Average annual air temperature according to the M-2 Valuiki (1951–2016)

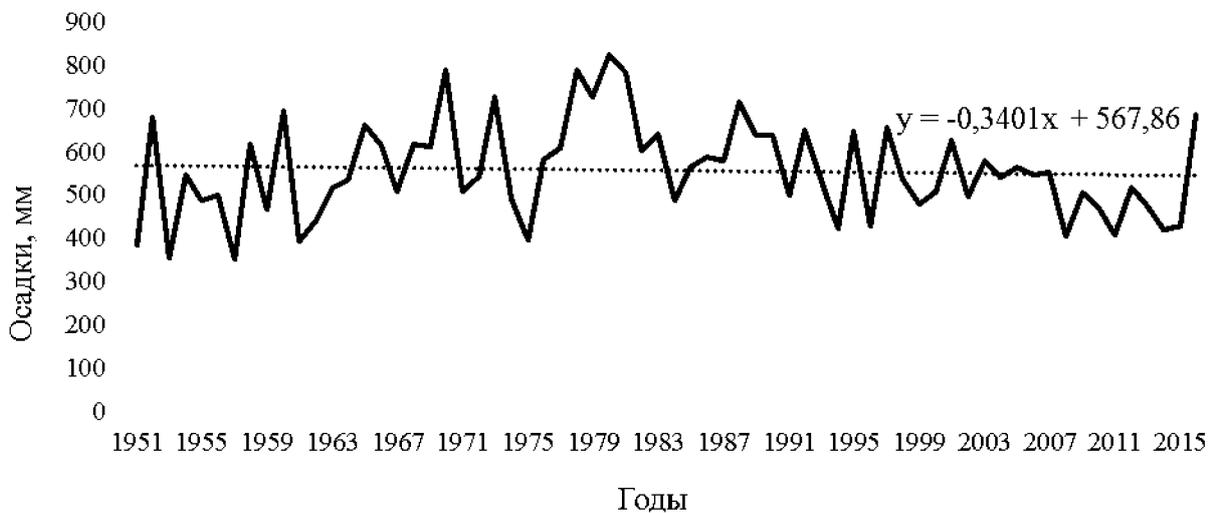


Рис. 4. Годовая сумма осадков по АМСГ Белгород (1951–2016 гг.)
 Fig. 4. Annual amount of precipitation according to the AIMS Belgorod (1951–2016)

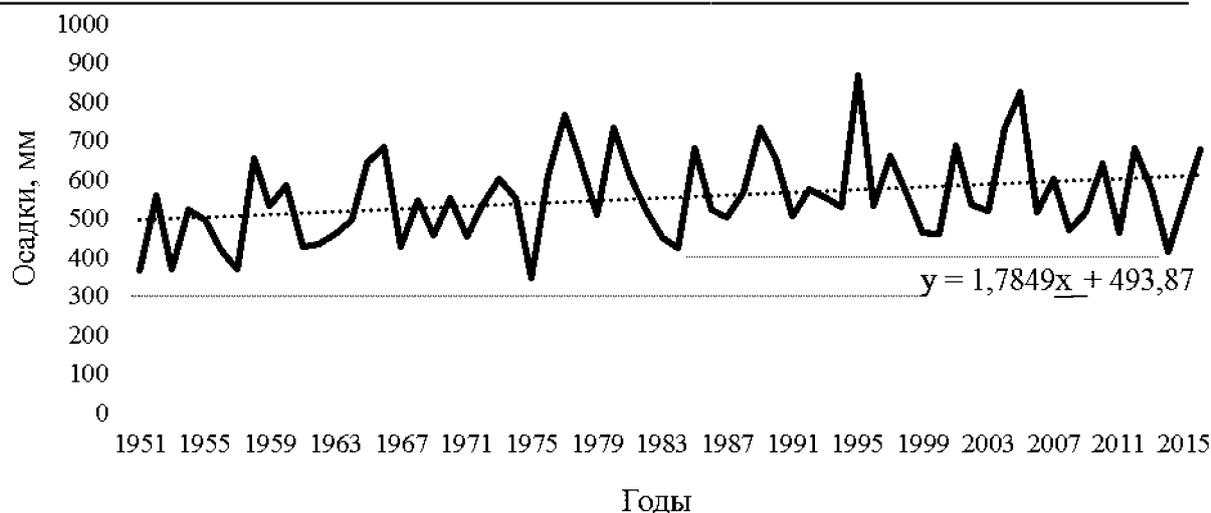


Рис. 5. Годовая сумма осадков по М-2 Валуйки (1951–2016 гг.)
 Fig. 5. Annual amount of precipitation according to the M-2 Valuiki (1951–2016)

Графики отражают, что до 1990-х гг. кривые изменения количества осадков по обоим метеостанциям имели схожую динамику. Очевидно, что тренд по АМСГ Белгород в дальнейшем изменился в силу видимого снижения количества осадков в период с 2003 по 2015 гг., однако, в 2016 сумма осадков по данной метеостанции уже превысила аналогичный показатель по М-2 Валуйки на 7 мм.

Наблюдаемая климатическая картина обуславливает изменения в стоках рек [Корнилов и др., 2012]. Наглядно данный процесс представлен на рисунках 6–7.

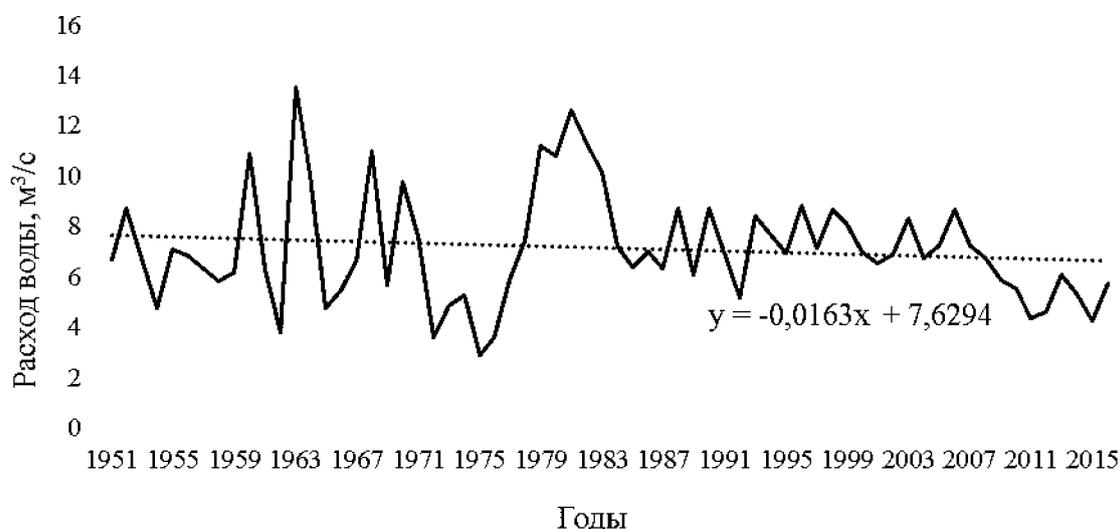


Рис. 6. Среднегодовой расход воды по р. Нежеголь (г. Шебекино)
 Fig. 6. Average annual water discharge along the Nezhegol river (Shebekino)

На фоне роста температур по региону на представленных графиках наблюдаются тренды на сокращение стока рассматриваемых рек. Общий спад заметен с 1971 г. Именно на это время приходится массовый ввод в эксплуатацию новых ГТС на водотоках р. Нежеголь и р. Валуй, а также на их притоках [Дегтярь и др., 2016] (рис. 8).

Кратковременное повышение стока рассматриваемых рек в период с конца 1970-х до начала 1980-х обусловлено достаточно резким увеличением количества осадков в этот период на фоне некоторой рецессии в динамике роста среднегодовых температур воздуха.

Рассматривая сток изучаемых рек можно заметить, что сток р. Валуй проявляет более выраженную динамику к снижению, чем сток р. Нежеголь. Обусловлено это тем, что р. Валуй протекает на Юго-Востоке региона, где климат носит более выраженный

континентальный характер и проявляется засушливостью. Также важным фактором является большее значение лесистости, поскольку внутригодовой ход стока рек с облесенными бассейнами является более зарегулированным, чем для рек с меньшей лесистостью бассейнов [Соколовский, 1968]. Таким образом, в разных физико-географических условиях динамика изменения стока малых рек одного региона проявляется по-разному.

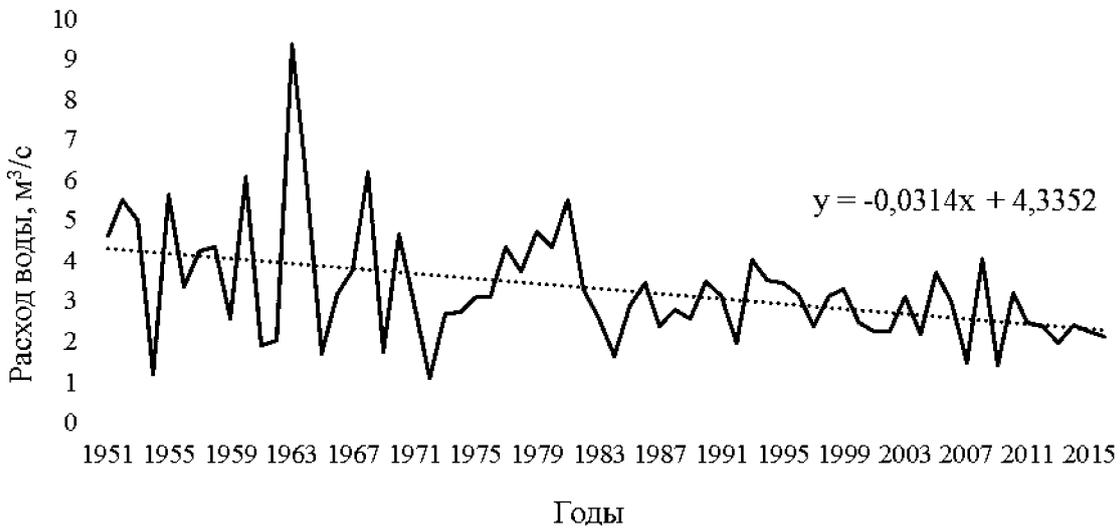


Рис. 7. Среднегодовой расход воды по р. Валуй (г. Валуйки)
 Fig. 7. Average annual water discharge along the Valuy river (Valuiki)

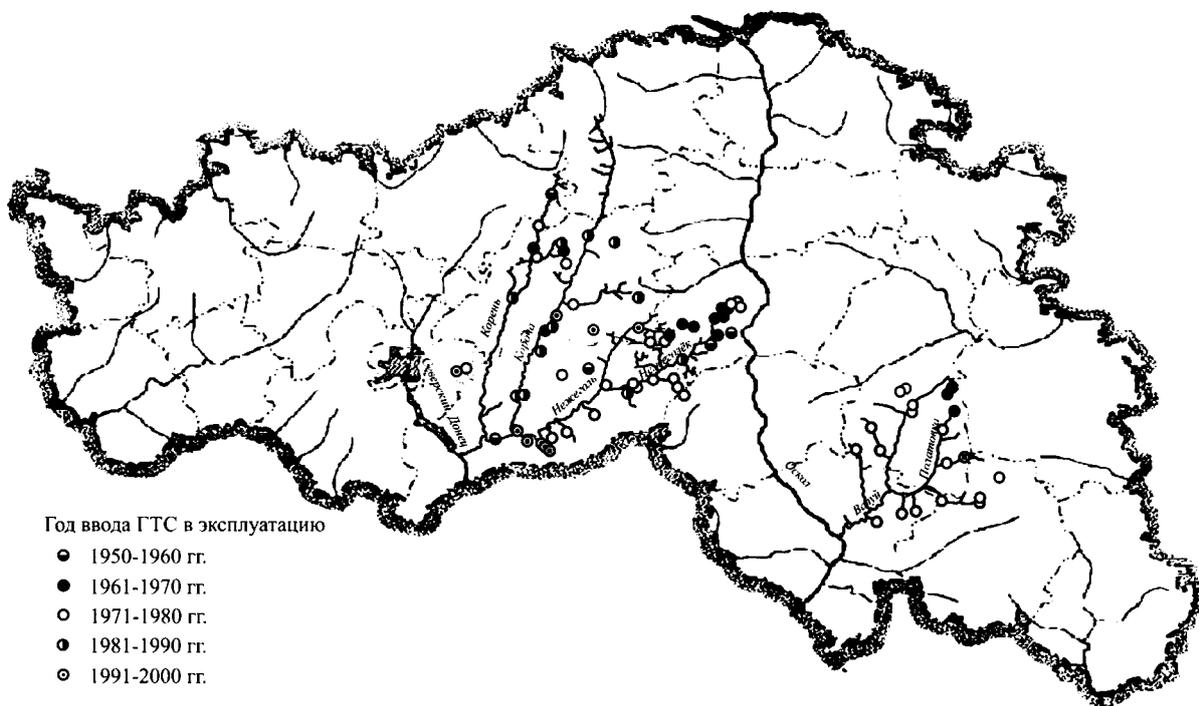


Рис. 8. Хронология ввода в эксплуатацию ГТС на р. Нежеголь и р. Валуй и их притоках
 Fig. 8. Chronology of commissioning of the GTS on the Nezhgol river and the Valui river and their tributaries

Показатель корреляции между среднегодовыми значениями температуры воздуха и величиной стока р. Валуй составил -0.21 . Показатель корреляции между зимне-весенней величиной осадков и величиной весеннего стока [Соколовский, 1968] р. Валуй составил 0.20 . Низкие значения корреляции указывают на слабую связь показателей локальных



годовых колебаний величины стока с показателями локальных колебаний климатических факторов, и, в особенности, с показателями осадков. Видимо, в бассейнах первого типа, относящихся к зоне недостаточного увлажнения, увеличение осадков идет не столько на увеличение стока, сколько на увеличение испарения ввиду слабой насыщенности воздуха водяными парами [Соколовский, 1968], причем соотношение расходов на сток и испарение непостоянно и зависит от внутригодовой равномерности выпадения осадков, особенно в теплое время года. Кроме того, имеют значения физико-географические параметры бассейна в формировании стока. В частности, влияние на сток р. Валуй оказывает пруд рыбохозяйственного назначения в с. Ливенка у истока реки, открытый в 1978 г. объемом 3.5 млн. м³ с площадью зеркала 159 км², что сопоставимо с 11.86% общей площади бассейна реки.

Сток р. Нежеголь, напротив, во многом обусловлен климатом территории. Показатель корреляции между среднегодовыми значениями температуры воздуха и величиной стока р. Нежеголь составил -0.45 , а показатель корреляции между годовой величиной осадков и величиной стока составил 0.42 .

Выводы

В изменениях температуры и осадков исследуемых бассейнов рек в период с 1951 по 2016 годы прослеживаются отклонения от нормы. Отличительная черта указанных климатических характеристик – многолетние тенденции роста температур. Количество осадков наряду с незначительным отрицательным отклонением от климатической нормы по г. Белгороду не имеет ярко выраженных трендов к изменениям, а по г. Валуйки даже имеет тенденцию к росту, который, однако не может компенсировать эффекта от роста температурного режима. За период 1951–2016 гг. среднегодовое значение температуры воздуха увеличилось на $0.3-0.4^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма атмосферных осадков по г. Белгороду отклонилась от нормы не более чем на 7.8%, а по г. Валуйки не более 0.5%. Подобная климатическая картина обуславливает тренды на сокращение стока рассматриваемых рек.

Вносит свое влияние и антропогенная составляющая. С 1971 г. наблюдается общий серьезный спад стока рассматриваемых рек. Именно на это время приходится массовый ввод в эксплуатацию новых ГЭС на водотоках р. Нежеголь и р. Валуй, а также на их притоках. Наиболее выраженный пример такого влияния на сток наблюдается на р. Валуй в связи с наличием крупного пруда рыбохозяйственного назначения в с. Ливенка у истока реки открытое в 1978 г. объемом 3.5 млн. м³ с площадью зеркала 159 км².

Помимо приведенных климатических и антропогенных факторов на формировании водного режима р. Нежеголь и р. Валуй сказываются физико-географические условия расположения бассейнов этих рек. Внутригодовой ход стока рек с облесенными бассейнами является более зарегулированным, чем для рек с меньшей лесистостью бассейнов, поэтому сток р. Валуй имеет более выраженный тренд к снижению, чем сток р. Нежеголь. Сказывается и расположение р. Валуй на Юго-Востоке региона, где климат носит более выраженный континентальный характер и проявляется засушливостью. В этой зоне увеличение осадков идет не на увеличение стока, а на увеличение испарения ввиду слабой насыщенности воздуха водяными парами. Показатель корреляции между величиной осадков и величиной стока р. Валуй составил 0.20 , в то время как для р. Нежеголь, протекающей в иных физико-географических условиях, он составил 0.42 .

Несомненно, и количество выпадающих осадков и температурный режим определяют изменения водного режима (гидрографических характеристик) р. Валуй, что очевидно из характера сопоставления соответствующих характеристик для р. Валуй и р. Нежеголь. Вместе с тем, коэффициенты корреляции, особенно в случае с р. Валуй, незначительны вследствие того, что влияние климатических факторов на гидрографические характеристики по-разному опосредуется средой при различных внутригодовых режимах метеорологических условий.

Список литературы
References

1. Андреев В.Г. 1960. Внутригодовое распределение речного стока. Л., 328.
Andreyanov V.G. 1960. Vnutrigodovoe raspredelenie rechnogo stoka [The intra-annual distribution of river runoff]. Leningrad, 328. (in Russian)
2. Дегтярь А.В., Григорьева О.И., Татаринцев Р.Ю. 2016. Экология Белогорья в цифрах. Белгород, 122.
Degtyar A.V., Grigorieva O.I., Tatarincev R.Y. 2016. Jekologija Belogor'ja v cifrah [Ecology of Belogorie in figures]. Belgorod, 122.
3. Корнилов А.Г., Лебедева М.Г., Гордеев Л.Ю. 2012. Вклад атмосферных осадков теплого периода года в расходы воды в реках Белгородской области. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 20 (15): 151–155.
Kornilov A.G., Lebedev M.G., Gordeev L.Y. 2012. The contribution of precipitation of the warm period of the year the water flow in the rivers of Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 20 (15): 151–155. (in Russian)
4. Научно-прикладной справочник «Климат России». 2007. URL: <http://meteo.ru/pogoda-i-klimat/197-nauchno-prikladnoj-spravochnik-klimat-rossii>. (дата обращения 20.11.2017)
Scientific-applied Handbook "Climate of Russia". 2007. URL: <http://meteo.ru/pogoda-i-klimat/197-nauchno-prikladnoj-spravochnik-klimat-rossii> (date of access 20.11.2017).
5. Отчет отдела водных ресурсов по Белгородской области ДБВУ за 2008–2015 гг.
Report of the Department of water resources in the Belgorod region of the DBWM (the Don Basin Water Management) for 2008–2015. (in Russian)
6. Павлюк Я.В. 2016. Пространственно-временные закономерности функционирования речных бассейнов на территории Белгородской области. Дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 190.
Pavlyuk Ya.V. 2016. Spatial-temporal patterns of functioning of river basins in the territory of the Belgorod region. Dis. ... cand. geogr. sciences. Kazan, 190.
7. Решетникова Л.К., Лебедева М.Г., Петина М.А. 2010. Многолетняя динамика стока рек юга Центрально-Черноземного региона. *В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Материалы IV международной научной конференции*. М.–Белгород: 316–321.
Reshetnikova L.K., Lebedeva M.G., Petina M.A. 2010. Long-term dynamics of river runoff in the South Central black earth region. *In: Problemy prirodnopol'zovanija i jekologicheskaja situacija v Evropejskoj Rossii i sopredel'nyh stranah* [Problems of nature and environmental situation in European Russia and adjacent countries]. Materials of the IV International Scientific Conference. Moscow–Belgorod: 316–321. (in Russian)
8. Соколовский Д.Л. 1968. Речной сток (основы теории и методики расчетов). Л., 540.
Sokolovsky D.L. 1968. Rechnoj stok (osnovy teorii i metodiki raschetov) [River flow (the basis of the theory and methodology of calculations)]. Leningrad, 540.
9. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1961–2015 гг.
Materials of the Belgorod center for Hydrometeorology and environmental monitoring for 1961–2015. (in Russian)
10. Шикломанов И.А., Балонишникова Ж.А., Георгиевский В.Ю. 2007. Гидрологические последствия изменений климата и их влияние на социально-экономические условия. *В кн.: Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям. Сборник пленарных докладов Международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности*. М.: 295–311.
Shiklomanov I.A., Balonishnikova J.A., Georgievsky V.Yu 2007. Hydrological consequences of climate change and their impact on the socio-economic conditions. *In: Prognozirovanie i adaptacija obshhestva k jekstremal'nym klimaticheskim izmenenijam* [Forecasting and adaptation of the society to extreme climate changes]. The proceedings of plenary papers International Conference on the problems of hydrometeorological security. Moscow: 295–311. (in Russian)
11. Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крынская О.В., Чендев Я.Г., Корнилов А.Г., Лупо А.Р. 2014. Региональная манифестация изменений в атмосферной циркуляции в центральной черноземной области (на примере Белгородской области). *Advances in Environmental Biology*, 8 (10): 544–547.