

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА И ИНФИЛЬТРАЦИИ ТАЛЫХ ВОД НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ В ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ РУССКОЙ РАВНИНЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ*

© 2018 г. С.В. Долгов, Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова

ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», Москва, Россия

Ключевые слова: поверхностный склоновый и речной сток, инфильтрация осадков, водный баланс, экологические последствия, Русская равнина.



С.В. Долгов

Н.И. Коронкевич

Е.А. Барабанова

Дана оценка современных изменений поверхностного склонового стока и инфильтрации на сельскохозяйственных полях в лесостепной и степной зонах Русской равнины и их последствий.

Показано, что за период наблюдений с конца 1950-х годов по 2016 г. сток с зяби был меньше на всех рассматриваемых стационарах по сравнению с уплотненной пашней, а инфильтрация – больше. В лесостепи на серых лесных почвах сток уменьшается под влиянием зяби в 1,4 раза, в степи на обыкновенных черноземах – в 4,9 раза, в сухой степи со светло-каштановыми почвами – в пять раз. Инфильтрация при этом увеличивается соответственно на 3, 18 и 12 %. В структуре водного баланса на пашне во время весеннего половодья и за холодный период в целом инфильтрация значительно преобладает над поверхностным склоновым стоком.

Отмечено, что характерной тенденцией последних десятилетий стало значительное (на десятки процентов) снижение величины поверхностного склонового стока. Наибольшее снижение стока наблюдается на серых лесных почвах в лесостепи (77 % на зяби и 69 % на уплотненной почве). Другой тенденцией является увеличение величины инфильтрации в почвогрунты зоны аэрации. В пределах большей части рассматриваемой территории весной она значительно возросла (на 22–41 %), снизившись на 30–39 % лишь на светло-каштановых почвах вслед-

* Исследование проведено при поддержке грантов РФФИ № 18-05-00476 и № 18-05-00479

стве уменьшения на 36–50 % запаса воды в снеге и осадков за период снеготаяния. Произшедшие, главным образом под влиянием климата, изменения поверхностного склонового стока и инфильтрации талых вод привели к снижению поверхностной составляющей речного стока и увеличению подземной. Наблюдаемые в последние десятилетия изменения водного баланса на водосборах в целом способствовали повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Под поверхностным склоновым стоком понимается формирующийся на склонах водосбора и фиксируемый приемными устройствами экспериментальных стоковых площадок сток талых и дождевых вод по поверхности почвы. Он не равнозначен поверхностной составляющей речного стока, определяемой расчленением гидрографов стока по видам питания и включающей не только поверхностный склоновый сток с разных угодий, но и сток с площади гидрографической сети (располагающейся ниже бровки балок, оврагов и речных долин), а также сток верховодки.

Весенний поверхностный склоновый сток играет важную роль в формировании речного стока, во многом определяя его величину и качество, особенно в период весеннего половодья. Данные по поверхностному склоновому стоку необходимы для решения целого ряда гидрологических и гидроэкологических задач, в т. ч. для прогнозирования стока половодья, эрозии почв и развития оврагов; оценки влияния хозяйственной деятельности на речных водосборах на количество и качество водных ресурсов, миграцию в речную сеть различных химических элементов; для определения интенсивности инфильтрации атмосферных осадков, за счет которой происходит восполнение запасов влаги в почве и водоносных горизонтах и от которой зависит урожайность сельскохозяйственных культур, и т. д.

В последние годы число работ, посвященных оценке гидрологической роли отдельных ландшафтов и видов хозяйственной деятельности на водосборах, после резкого сокращения количества воднобалансовых стационаров в 1990-е годы значительно уменьшилось. К ним, в частности, относятся публикации Н.И. Коронкевича [1], А.Т. Барабанова [2], А.И. Петелько, В.И. Панова [3], Н.И. Коронкевича, С.В. Ясинского [4], С.В. Ясинского и Е.А. Кашутиной [5], Ю.М. Нестеренко [6], А.Т. Барабанова с соавторами [7] и др.

В то же время в последние годы произошли весьма существенные климатические изменения, а также изменения в антропогенной нагрузке на речные водосборы, прежде всего, – в структуре сельскохозяйственных угодий. Оценка гидрологической роли этих изменений существенно осложнена резким сокращением в 1990-е годы воднобалансовых стационаров. В этой связи значительный интерес представляет анализ репрезентативных наблюдений на незакрытых станциях за элементами весеннего водного баланса на па-

хотных угодьях. К их числу относятся стационары Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института (ВНИАЛМИ) с длительным периодом наблюдений – с конца 1950-х годов по 2016 г.: Новосильская станция (серые лесные почвы), Поволжская станция (обыкновенные черноземы) и Волгоградский стационар (светло-каштановые почвы).

Цель данной работы – оценка современных изменений поверхностного склонового стока и инфильтрации в почву на сельскохозяйственных полях в лесостепной и степной зонах Русской равнины и их гидроэкологических последствий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Поверхностный склоновый сток тесным образом связан с такой составляющей водного баланса речного водосбора как инфильтрация в почву, от нее, в свою очередь, зависит величина пополнения запасов влаги в почве и подземных вод в водоносных горизонтах, а также подземного стока в речную сеть. При других равных условиях, чем больше инфильтрация в почву, тем меньше поверхностный склоновый сток и тем больше величина подземного стока. Таким образом, поверхностным склоновым стоком оказывается не только непосредственное влияние на величину поверхностной составляющей речного стока, но и косвенное (через зону аэрации) – на подземную его составляющую. Причем косвенное влияние может проявляться не только в период весеннего половодья, когда происходит основное инфильтрационное питание подземных вод, но и в последующие летне-осеннюю и зимнюю межени, когда подземный сток существенно зависит от величины этого питания. Поэтому изменения в условиях формирования поверхностного склонового стока (в т. ч. климатические) приводят к изменению величины как поверхностной, так и подземной составляющих речного стока, а также соотношения между ними и другими элементами водного баланса речного бассейна.

Методические особенности выполненного исследования сводятся к тому, что сравнивались элементы водного баланса стоковых площадок, находящихся примерно в одинаковых условиях, за исключением одного – изучаемого агрофона, что позволяет выявить его воднобалансовую роль. В данном случае рассматривались наиболее контрастные с гидрологических позиций угодья – зябь (рыхлая пашня) и поля с уплотненной к началу снеготаяния почвой (озимые, стерня, многолетние травы). Помимо вклада антропогенной составляющей в многолетнюю изменчивость поверхностного склонового стока сравнение результатов наблюдений на стоковых площадках с одним и тем же агрофоном позволяет также оценить роль изменения климата. Поскольку непосредственные наблюдения за инфильтрацией талых вод в почву не проводятся, в качестве ее показателя принята разность между атмосферными осадками и поверхностным склоновым стоком.

В данной работе проанализированы отличающиеся по климатическим условиям, но достаточно продолжительные для выявления различных тенденций периоды – с конца 1950-х до 1981 гг. и с 1981 г. (современный). Рассматривались многолетние ряды наблюдений за элементами водного баланса на полях с уплотненной к началу снеготаяния почвой и на зяби на трех вышеупомянутых стационарах.

Для оценки роли поверхностного склонового стока в современных изменениях речного стока весеннего половодья использованы данные Росгидромета по ближайшим к воднобалансовым стационарам гидрометрическим постам с параллельными наблюдениями за полным речным стоком: р. Ока – г. Белёв (площадь водосбора – 17 500 км², замыкающий створ находится в 114 км к юго-западу от г. Тулы), р. Самара – с. Елшанка (22 800 км², в 83 км к северо-востоку от г. Самары), р. Чир – ст. Обливская (8540 км², 150 км к западу от г. Волгограда). Эти данные, а также результаты наблюдений на метеорологических станциях, расположенных поблизости от воднобалансовых стационаров (Поныри, Серноводск и Волгоград), проанализированы за те же периоды, что и наблюдения за склоновым стоком.

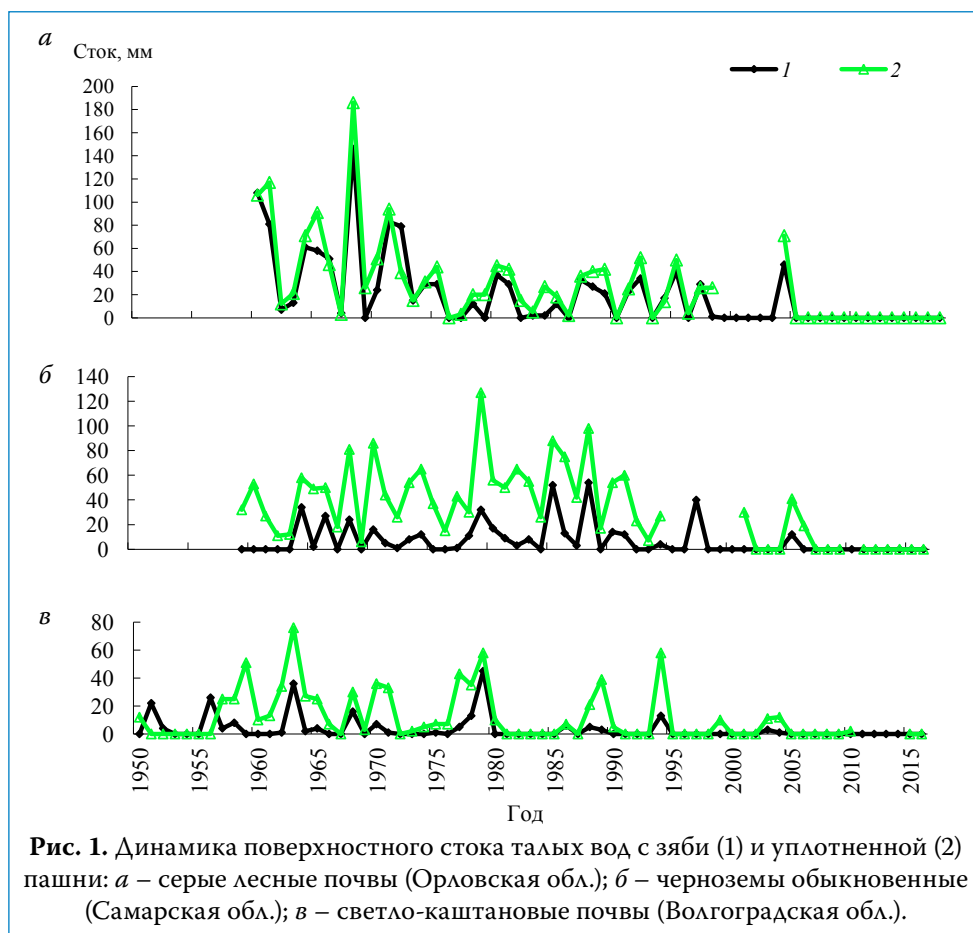
В качестве исходной информации использовали также региональные статистические данные о структуре сельскохозяйственных угодий Орловской, Волгоградской и Самарской областей, в пределах которых располагаются рассматриваемые стационары.

ВЕСЕННИЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК И ИНФИЛЬТРАЦИЯ В ПОЧВУ ЗА ВЕСЬ ПЕРИОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Динамика поверхностного стока талых вод с зяби и с уплотненной пашни на анализируемых стационарах представлена на рис. 1. Сток с уплотненной пашни по сравнению с зяблевой вспашкой был больше на всех рассматриваемых стационарах. Небольшое различие наблюдалось в лесостепи на Новосильской станции – в среднем на 9 мм (в 1,45 раза). Гидрологическая роль зяби здесь значительно меньше, чем в степи.

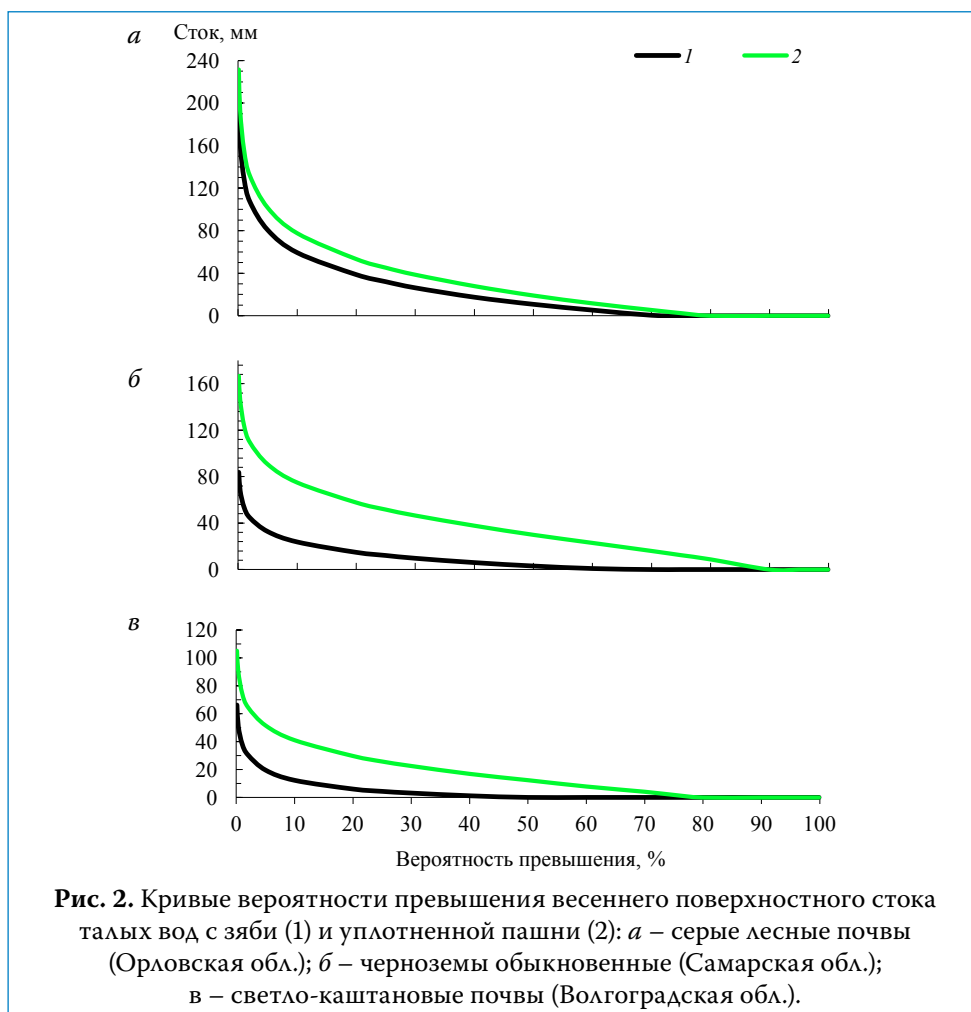
Такой же вывод следует из анализа кривых вероятности превышения (обеспеченности) склонового стока (рис. 2). Уплотненная пашня в лесостепи способствует сравнительно небольшому увеличению стока талых вод по сравнению с зябью. Невелика также разница в инфильтрации воды в почву – в среднем всего лишь 2 мм. Но она возрастает почти до 10 мм в расчете на весь холодный период года, включая весеннее половодье.

Другая ситуация наблюдается в степи. Результаты наблюдений Поволжской станции в Самарской области свидетельствуют о более существенном влиянии зяблевой пахоты на гидрологический режим по сравнению с угодьями, поверхность которых уплотнена. В среднем за период наблюдений слой стока с зяби составил 7 мм, а на угодьях с уплотненной почвой – почти



в пять раз больше. За счет зяблевой обработки почвы среднееголетняя величина инфильтрации достигла 113 мм, что на 15 % больше, чем на уплотненной пашне. Вероятностные кривые показывают, что на уплотненной пашне поверхностный сток формируется почти ежегодно, а на зяби лишь раз в 4–5 лет и значительно меньше по величине. Средняя многолетняя величина инфильтрации на зяби во время весеннего половодья составила 113 мм, а на угодьях с уплотненной поверхностью она существенно меньше – на 17 мм. В расчете на весь холодный период года разность достигает 27 мм. Ход динамики величин стока на черноземах в исследуемый период такой же, как и на серых лесных почвах, с тенденцией снижения стока в последние десятилетия.

На светло-каштановых почвах Волгоградского стационара величина поверхностного стока талых вод существенно меньше, чем на черноземах



обыкновенных и значительно ниже, чем на серых лесных почвах: она варьирует от 0 до 76 мм (рис. 1). Резкое снижение стока отмечается в последние десятилетия. Весьма низкий сток наблюдается на зяби. В среднем за период наблюдений слой стока с зяби составил всего 3 мм, а на угодьях с уплотненной почвой сток был в 5 раз больше (15 мм). В 67 % лет стока на зяби вообще не было, тогда как на уплотненной пашне это происходило гораздо реже – в 32 % лет. Наблюдается также заметное различие в инфильтрации талых вод на рассматриваемых угодьях. Разница в весенней инфильтрации в пользу зяби сравнительно небольшая и составляет в среднем 5 мм, но в расчете на весь холодный период года, включая весеннее половодье, она существенно возрастает – до 12 мм.

Таблица 1. Средние многолетние значения поверхностного склонового стока и инфильтрации в почву за период половодья и весь холодный период года (включая половодье) за 1957–2016 гг.

Стационар (почва)	Вид пашни	Весенний поверхностный склоновый сток, мм	Коэффициент стока	Инфильтрация в почву весной, мм	Коэффициент весенней инфильтрации	Суммарная инфильтрация в почву за холодный период, мм	Коэффициент суммарной инфильтрации
Новосильский (серая лесная)	Зябрь	20	0,20	76	0,80	213	0,91
	Уплотненная пашня	29	0,29	74	0,71	204	0,88
Поволжский (обыкновенные черноземы)	Зябрь	7	0,05	113	0,95	203	0,97
	Уплотненная пашня	34	0,28	96	0,72	176	0,84
Волгоградский (светло-каштановая)	Зябрь	3	0,07	45	0,93	199	0,99
	Уплотненная пашня	15	0,26	40	0,74	187	0,93

Сопоставление поверхностного стока и инфильтрации по природным зонам (табл. 1) свидетельствует о том, что относительный стокорегулирующий эффект зяблевой пахоты возрастает с севера на юг и юго-восток. Так, сток в районе Новосильской станции снижается под влиянием зяби в 1,4 раза, Поволжской станции – в 4,9 раза, на Волгоградском стационаре – в 5 раз. Однако в абсолютных значениях (в мм слоя) наибольший эффект наблюдается на обыкновенных черноземах степной зоны.

Современные изменения поверхностного склонового стока и инфильтрации на пашне

Характерной тенденцией современных воднобалансовых изменений стало резкое (на десятки процентов) снижение поверхностного склонового стока. Причем в мм слоя оно наиболее заметно на серых лесных почвах в лесостепи, где составило 30 мм на зяби и 34 мм на уплотненной пашне, т. е. соответственно 77 % и 69 %. Другой тенденцией является увеличение величины инфильтрации: в пределах большей части рассматриваемой территории весной она значительно возросла – на 22–41 %, снизившись на 30–39 % лишь на светло-каштановых почвах вследствие уменьшения на 36–50 % запаса воды в снеге и осадков за период снеготаяния. В меньшей мере увеличилась инфильтрация за весь холодный период года, включая половодье. Рост

составил на серых лесных почвах 13–16 %, на черноземах обыкновенных 6–16 %, а на светло-каштановых почвах отмечается даже небольшое снижение (0,5–6,0 %), поскольку осадки холодного периода здесь уменьшились.

Главной причиной произошедших изменений стока и инфильтрации, несомненно, является климат. Так, по проведенной авторами оценке, снижение поверхностного склонового стока, обусловленное лишь изменением климата, весьма существенно – от 55 % (Новосильская станция) до 80 % (Волгоградский стационар). К такой ситуации привел рост температуры воздуха в холодный период года в среднем на 1,2–1,4 °С, что сопровождалось зимними оттепелями, уменьшением снегозапасов перед началом половодья, снижением глубины промерзания почвогрунтов. При этом осадки за холодный период изменились не столь однозначно. Если на большей части рассматриваемой территории они уменьшились на 1,5–8,0 %, то в степном Самарском Заволжье, напротив, увеличились на 4,5 %. Подобная картина наблюдается также в отношении изменения по территории осадков, участвующих в формировании стока весеннего половодья (снегозапасов перед его началом и осадков, выпадающих в период прохождения).

Уменьшение осадков холодного периода (на 18 %) и приходной части водного баланса к началу весеннего половодья в значительной мере за счет участвовавших зимой оттепелей послужило одной из основных причин снижения суммарной инфильтрации в засушливых степях со светло-каштановыми почвами.

ПОСЛЕДСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СКЛОНОВОГО СТОКА И ИНФИЛЬТРАЦИИ НА ПАШНЕ

Изменения речного стока

Сток весеннего половодья за последние десятилетия на большей части рассматриваемой территории значительно сократился (на 25–35 %). Не столь существенно он снизился (на 2–10 %) в степи Самарского Заволжья и западнее, включая бассейн р. Медведицы в бассейне Дона. Речной сток в половодье уменьшился в гораздо меньшей степени, чем склоновый сток (табл. 1): во-первых, в последние годы увеличилась относительная роль гидрографической сети в его формировании, во-вторых, за счет повышенной инфильтрации талых вод в почву зимой и весной существенно увеличилась подземная составляющая стока. Например, подземная составляющая стока р. Оки, рассчитанная путем расчленения гидрографов речного стока, в современный период возросла более, чем на 40 % (табл. 2), в то время как поверхностная составляющая снизилась на 36 % (табл. 3). В основном за счет косвенного влияния изменившихся условий формирования весеннего склонового стока значительно (на 34 %) увеличился подземный сток и в последующую летне-осеннюю межень (табл. 3). Отчасти это обусловлено

также участвовавшими в 1981–2013 гг. паводками, во время которых, особенно на площади гидрографической сети с обычным здесь неглубоким залеганием грунтовых вод, возможно интенсивное пополнение их запасов дождевыми водами. За счет паводков поверхностный сток с водосбора р. Оки в летне-осеннюю межень даже возрос на 18 % (табл. 3).

Таблица 2. Изменение подземного стока р. Оки у г. Белёва в различные фазы водного режима

Период наблюдений, г.	Фаза водного режима			Годовой подземный сток, мм
	Весеннее половодье, мм	Зимняя межень, мм	Летне-осенняя межень, мм	
1959–1980	5,3	24,6	37,0	66,9
1981–2013	7,6	34,2	49,7	91,5
Изменение, %	43,4	39,0	34,3	37,0

Таблица 3. Изменение поверхностного стока р. Оки у г. Белёва в различные фазы водного режима

Период наблюдений, г.	Фаза водного режима			Годовой поверхностный сток, мм
	весеннее половодье, мм	зимняя межень, мм	летне-осенняя межень, мм	
1959–1980	65,3	4,7	3,9	73,9
1981–2013	41,6	4,6	4,6	50,8
Изменение, %	-36,3	-2,1	17,9	-31,2

Произошедшие за последние десятилетия изменения в формировании структуры речного стока в половодье проявляются и в годовом полном речном стоке. Изменения во времени этого интегрального показателя во многом обусловлены тенденциями и соотношением рассмотренных элементов водного баланса. При этом в пределах изучаемой территории отмечены три основных вида реакции (в определенной степени зональных) годового речного стока на изменившиеся климатические условия. На фоне повсеместного сокращения весеннего поверхностного склонового стока и речного стока половодья изменения годового речного стока были неоднозначными. Так, в бассейне р. Оки значительное снижение весеннего склонового стока и, соответственно, стока половодья оказалось вполне компенсированным повышенным речным стоком (подземным и в меньшей мере паводковым) в другие сезоны (рис. 3). В итоге среднемноголетняя величина полного речного стока за год в целом практически не изменилась. При этом в многолетнем разрезе одной и той же величине стока половодья стала соответствовать более высокая величина годового стока по сравнению с пе-

риодом прежних климатических условий – в маловодные годы на 20 мм и в многоводные годы более чем на 30 мм (рис. 4).

Такая ситуация объясняется, прежде всего, увеличением подземной составляющей речного стока в последующую летне-осеннюю и зимнюю межень (табл. 2). В меньшей мере она обусловлена ростом поверхностной составляющей (паводкового стока) в летне-осеннюю межень (табл. 3).

Следует также отметить, что произошедшие за последние годы под влиянием климата воднобалансовые изменения на речных водосборах нередко приводят к нарушению стационарности многолетних рядов речного стока. В связи с этим существенно осложняется оценка его статистических характеристик [8]. В ряде случаев необходима корректировка ранее установленных корреляционных зависимостей. Об этом свидетельствуют, например, существенные различия между зависимостями годового стока от стока весеннего половодья, полученные для двух рассмотренных периодов (рис. 4).

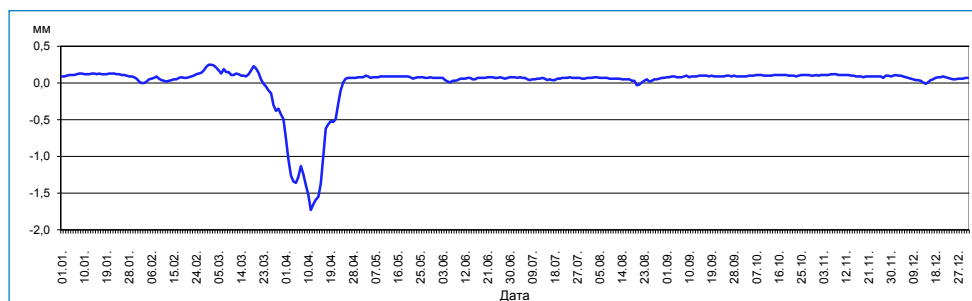


Рис. 3. Изменение среднего многолетнего суточного полного речного стока р. Оки у г. Белёва за 1981–2013 гг. относительно периода 1959–1980 гг.

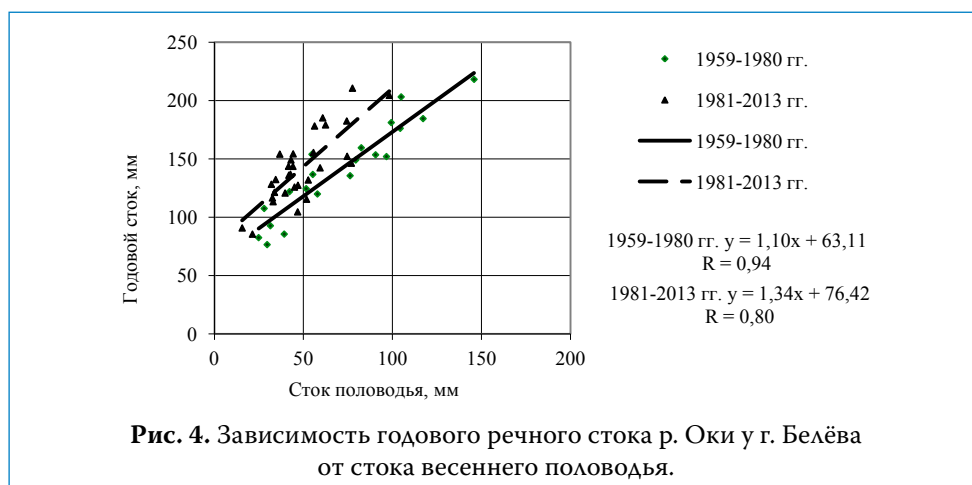


Рис. 4. Зависимость годового речного стока р. Оки у г. Белёва от стока весеннего половодья.

Гидроэкологические последствия

Гидроэкологические последствия произошедших изменений водного баланса оцениваются неоднозначно. Они положительно сказались на условиях произрастания сельскохозяйственных культур. Наряду с выводом из сельскохозяйственного оборота малопродуктивных угодий и отчасти с совершенствованием агротехнологий это стало одной из главных причин практически повсеместного роста урожайности сельскохозяйственных культур. В качестве примера на рис. 5 показана динамика урожайности зерновых, начиная с конца 1950-х годов в степном сельскохозяйственном районе с типичной для последних лет структурой посевов, характеризующейся прежде всего преобладанием в ней доли озимых.



К позитивным последствиям сокращения поверхностного склонового стока также относятся: уменьшение пика весеннего половодья (рис. 4) и, соответственно, вероятности формирования экстремально высоких наводнений; снижение интенсивности водно-эрозионной деятельности на склонах речных водосборов; уменьшение количества загрязняющих веществ, поступающих в реки с водосборов в период половодья; снижение неравномерности внутригодового распределения речного стока.

В процессе инфильтрации осадков холодного периода пополняются не только запасы почвенной влаги, но и запасы воды в подземных водоносных горизонтах. Расчеты на примере р. Оки у г. Белёва показали, что за последние десятилетия подземный сток вследствие увеличившейся инфильтрации в водоносные горизонты существенно вырос (на 34–43 %) во все фазы водного режима, в т. ч. и в весеннее половодье (табл. 2).

Изменения климата привели к значительному снижению поверхностного склонового стока с сельскохозяйственных полей, нередко вплоть до нуля, особенно в южных степных районах и, в конечном счете, к уменьшению годовых водных ресурсов особенно в нижнем течении Дона. Отчасти общее уменьшение склонового стока компенсировано сокращением доли площади с зяблевой вспашкой, характеризующейся более низкими коэффициентами стока по сравнению с уплотненной пашней, в общей площади пашни (в 1,6–1,9 раза по сравнению с началом 1990-х годов).

Современные изменения водного баланса способствуют и негативным последствиям. В годы с низким половодьем становится возможным обострение гидроэкологической ситуации в связи с необходимостью весеннего наполнения водохранилищ до расчетного уровня. Естественная промывка речной сети от накопленных остатков растений и загрязнений стала осуществляться весенними талыми водами в значительно меньших объемах. На приводораздельных плакорах и склонах вследствие увеличившейся инфильтрации усилились процессы выщелачивания черноземов и увеличения количества загрязняющих веществ, поступающих в грунтовые воды, а на слабо дренируемых участках, особенно в понижениях рельефа, отмечено развитие процесса переувлажнения почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате географо-гидрологического анализа многолетних наблюдений за поверхностным склоновым стоком и его факторами на продолжающих функционировать вплоть до настоящего времени стоковых площадках ВНИАЛМИ (Новосильская и Поволжская станции, Волгоградский стационар) установлено следующее.

За период наблюдений с конца 1950-х годов по 2016 г. сток с зяби уменьшился на всех рассматриваемых стационарах по сравнению с уплотненной пашней. Стокорегулирующий эффект зяби возрастает с севера на юг и юго-восток. В лесостепи на серых лесных почвах в районе Новосильской станции сток уменьшается под влиянием зяби в 1,4 раза, в степи на обыкновенных черноземах Поволжской станции – в 4,9 раза и в сухой степи со светло-каштановыми почвами в районе Волгоградского стационара – в 5 раз. Однако в абсолютных значениях наибольший эффект наблюдается на обыкновенных черноземах в районе Поволжской станции, где сток на зяби снизился на 27 мм.

Выявлены современные особенности инфильтрации атмосферных осадков в почвогрунты зоны аэрации, от которой, в свою очередь, зависит величина подземного стока в речную сеть. В структуре водного баланса на пашне (во время весеннего половодья и за холодный период в целом) инфильтрация значительно преобладает над поверхностным склоновым стоком.

Зяблевая вспашка по сравнению с уплотненной пашней привела к увеличению инфильтрации. В лесостепи на серых лесных почвах разница невелика, инфильтрация на зяби увеличивается лишь на 3 %. Она существенно возрастает в степи на обыкновенных черноземах и на светло-каштановых почвах (на 18 и 12 % соответственно) по отношению к уплотненной почве.

Характерной тенденцией последних десятилетий стало значительное (на десятки процентов) снижение величины поверхностного склонового стока. Наибольшее снижение стока наблюдается на серых лесных почвах в лесостепи (77 % на зяби и 69 % на уплотненной почве). Другой тенденцией является увеличение величины инфильтрации в почвогрунты зоны аэрации. В пределах большей части рассматриваемой территории весной она значительно возросла – на 22–41 %, снизившись на 30–39 % лишь на светло-каштановых почвах, вследствие уменьшения на 36–50 % запаса воды в снеге и осадков за период снеготаяния. В меньшей мере увеличилась инфильтрация за весь холодный период года, включая половодье. Рост составил на серых лесных почвах 13–16 %, на черноземах обыкновенных 6–16 %, а на светло-каштановых почвах отмечается даже небольшое снижение от 0,5 до 6 %, поскольку осадки холодного периода здесь уменьшились. Главной причиной произошедших изменений стока и инфильтрации, несомненно, является климат. Возросла в среднем на 1,2–1,4 °С температура воздуха в холодный период года, что сопровождается зимними оттепелями, уменьшением снеготаяния перед началом половодья и снижением глубины промерзания почвогрунтов. Осадки за холодный период изменились не столь однозначно: если на большей части рассматриваемой территории они уменьшились на 1,5–8 %, то в степном Самарском Заволжье, напротив, увеличились на 4,5 %.

Гидроэкологические последствия произошедших изменений водного баланса на сельскохозяйственных полях неоднозначны. С одной стороны, они положительно сказались на условиях произрастания и урожайности сельскохозяйственных культур, привели к уменьшению водной эрозии на склонах и сокращению выноса в реки загрязняющих веществ с поверхностным стоком, а также к снижению неравномерности внутригодового распределения речного стока и увеличению его подземной составляющей. С другой стороны, стало возможным обострение гидроэкологической ситуации в связи с необходимостью весеннего наполнения водохранилищ до расчетного уровня, естественная промывка речной сети в последние десятилетия осуществляется меньшими объемами весенних талых вод, чем прежде. К негативным последствиям также относится возможное увеличение количества загрязняющих веществ, поступающих в грунтовые воды с инфильтрующимися осадками, а на слабо дренируемых участках – развитие процесса гидроморфизма почв.

Наблюдения на стоковых площадках и небольших водосборах – один из наиболее эффективных и надежных инструментов для оценки влияния на поверхностный склоновый сток и инфильтрацию осадков изменений климата и хозяйственной деятельности на речных водосборах. В этой связи весьма актуально воссоздание и развитие сети воднобалансовых стационаров на новой методической основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коронкевич Н.И.* Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения. М.: Наука, 1990. 205 с.
2. *Барабанов А.Т.* Агроресомелиорация в почвозащитном земледелии. Волгоград: ВНИИАММИ, 1993. 156 с.
3. *Петелько А.И., Панов В.И.* Характеристика поверхностного стока талых вод с разных угодий за 50 лет // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 4(16). С. 155–162.
4. *Коронкевич Н.И., Ясинский С.В.* О современном состоянии изучения поверхностного стока в основных почвенных зонах Европейской России // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1115–1125.
5. *Ясинский С.В., Кашутина Е.А.* Пространственные и временные закономерности изменения весеннего склонового и речного стока на Русской равнине // Известия РАН. Сер. географ. 2007. № 5. С. 71–81.
6. *Нестеренко Ю.М.* Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 286 с.
7. *Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Панов В.И., Петелько А.И.* Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод на пашне в лесостепной и степной зонах Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2018. № 1. С. 62–69.
8. *Болгов М.В., Коробкина Е.А., Трубецкова М.Д., Филимонова М.К., Филиппова И.А.* Современные изменения минимального стока на реках бассейна р. Волга // Метеорология и гидрология. 2014. № 3. С. 75–84.

Сведения об авторах:

Долгов Сергей Владимирович, канд. геогр. наук, старший научный сотрудник, лаборатория гидрологии, ФГБНУ «Институт географии РАН», Россия, 119017, Москва, Старомонетный переулок, 29; e-mail: svdolgov1978@yandex.ru

Коронкевич Николай Иванович, д-р геогр. наук, профессор, заведующий лабораторией гидрологии, ФГБНУ «Институт географии РАН», Россия, 119017, Москва, Старомонетный переулок, 29; e-mail: hidro-igras@yandex.ru

Барабанова Елена Алексеевна, канд. геогр. наук, старший научный сотрудник, лаборатория гидрологии, ФГБНУ «Институт географии РАН», Россия, 119017, Москва, Старомонетный переулок, 29; e-mail: hidro-igras@yandex.ru