

1  
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

On-line версия журнала на сайте

<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

*Bubo scandiacus* (Linnaeus, 1758)

Полярная или белая сова

Жданов С.И.



2020

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© Коллектив авторов, 2020

УДК 556: 636.1

*Н.В. Соломатин, Ю.М. Нестеренко, А.В. Халин*

## **ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА СТОК РЕК ЮЖНОГО УРАЛА**

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

Дан анализ влияния состояния пахотных земель и естественных кормовых угодий на водосборе на сток степных рек. Для усреднения влияния на сток меняющихся во времени погодных факторов предложен метод группировки рядов наблюдений за ним в 5-10-летние периоды, в которых меняющиеся факторы усредняются и по значению приближаются к средним многолетним, позволяя исследовать влияние на сток других факторов с меньшей изменчивостью во времени. Рассмотрена динамика изменений водного стока талых вод с водосборов рек Южного Урала в 1936-2010 гг. в зависимости от сельскохозяйственного землепользования. Изучены фильтрационные свойства мерзлых почв под различными угодьями в зависимости от их температуры и влажности.

*Ключевые слова:* речной сток, сельскохозяйственные угодья, фильтрация в почву, исследование водного стока.

---

---

*N.V. Solomatin, Yu.M. Nesterenko, A.V. Khalin*

## **IMPACT OF AGRICULTURAL LAND USE ON RIVER FLOW IN THE SOUTHERN URALS**

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Department of Geoecology), Orenburg, Russia

The analysis of the influence of the state of arable land and natural forage lands in the catchment area on the flow of steppe rivers is given. To average the effect of time-changing weather factors on the runoff, a method is proposed for grouping the series of observations of it in 5-10-year periods, in which the changing factors are averaged and the value is close to the average long-term, allowing us to study the effect on the runoff of other factors with less variability over time. The dynamics of changes in the water flow of meltwater from the catchments of rivers of the Southern Urals in 1936-2010, depending on agricultural land use, is considered. The filtration properties of frozen soils under various lands were studied depending on their temperature and humidity.

*Key words:* river flow, agricultural land, filtration into the soil, water flow research.

### **Введение**

Сельское хозяйство Южного Урала, испытывая дефицит водообеспечения и занимая около 90% его территории, интенсивно воздействует на расходные статьи водного баланса. Системы сельскохозяйственного землепользования направлены на увеличение продуктивных запасов влаги на полях за счет уменьшения стока поверхностных вод.

Исследования В.Е. Водогрещкого (1973, 1979, 1981, 1983), М.И. Льво-

вича (1969, 1979, 1986), Г.В. Назарова (1969, 1970) влияния пашни на речной сток проводились в основном в зонах с высокой водообеспеченностью, в которых обработка пахотных земель ориентирована на ускорение отвода воды с них. В условиях достаточного и избыточного увлажнения верен вывод И.А. Кузника [1] о значительном влиянии пашни на сток в сухих степях Заволжья.

Исследования Н.А. Мосиенко воздействия пашни на сток в Северном Казахстане [2] выявили значительные расхождения в оценке влияния пахотных земель на сток по причине различий в природе этих регионов. Природные условия Южного Урала отличаются от условий в Заволжье, Западной Сибири и Северном Казахстане, где, естественно, другие системы обработки пахотных земель и другие подходы в сельскохозяйственном землепользовании.

Применительно к условиям лесостепной и степной зон юга Русской равнины значительные исследования по увеличению весеннего влагосодержания на пахотных землях задержанием стока талых вод агротехническими приемами выполнены Н.А. Шумовой [3]. Е.М. Гусев и О.Н. Насонова [4] исследовали процессы тепло- и влагообмена на поверхности суши и их моделирование в условиях различных природных зон. Антропогенные изменения в водном балансе Русской равнины изучал Н.И. Коронкевич [5]. Природные условия в совокупности с особенностями антропогенного воздействия на стокообразующие факторы обусловили многие существенные отличия в формировании поверхностных и подземных вод в степях Южного Урала и несоответствие по ряду наблюдаемых антропогенных изменений в них результатам научных исследований в других природных зонах. Все это обуславливает необходимость проведения комплексных исследований процессов, идущих в природных водах Южного Урала в естественных и антропогенно измененных условиях с целью разработки системы высокоэффективного комплексного использования природных вод Южного Урала в сельском хозяйстве и других его отраслях, обеспечивая при этом оптимальный режим речного стока.

### **Материалы и методы исследования**

Объектом наших исследований являлся паводковый сток в степной зоне Южного Урала в естественных и измененных сельскохозяйственным землепользованием условиях.

Комплексно исследовался сток талых вод на водосборе степных рек. На основе разработанных нами методик и методик многих других авторов вы-

полнены исследования процесса формирования талых вод и определены основные составляющие расходной части их баланса на различных угодьях водосборов типичных степных рек.

Основным источником формирования водного стока на Южном Урале являются зимние атмосферные осадки. На них приходится 40-48% годовой их суммы. Важнейшим климатическим показателем регионов является коэффициент увлажнения. В Предуралье обеспеченность осадками относительно быстро увеличивается с 0,40-0,45 на юге до 0,65-0,70 на севере. В горной части на севере она увеличивается до 0,8-0,85, создавая условия для увеличения доли лесной растительности и формирования соответствующего водного стока. В Южном Зауралье увлажненность не поднимается выше 0,50, обуславливая продвижение степи далеко на север.

В исследованиях использовались данные измерения Гидрометслужбой речного стока за исследуемые расчетные периоды на гидрологических постах по общепринятой методике, и на их основе путем сопоставления анализировались изменения в водном стоке на склонах исследуемого водосбора. В результате этих сопоставлений выявлялись причины результирующих изменений в речном стоке под влиянием различных (часто разнонаправленных) антропогенных воздействий на стокообразующие факторы на водосборе. Для выявления влияния отдельных видов хозяйственной деятельности на сток выполнен комплекс исследований основных составляющих водного баланса и стокообразующих факторов на различных угодьях.

Исследуя весь водосбор выше замыкающего створа водотока, можно определить составляющие водного баланса изучаемой территории и осуществлять общий контроль над ними на этом створе, что обеспечивает достаточно высокий уровень достоверности полученных результатов. Кроме того, на основе изучения основных составляющих водного баланса и антропогенных изменений на водосборе создается возможность выявления ряда закономерностей движения природных вод, формирования их химического состава, и наметить пути управления ими.

По общепринятой методике [6] при характеристике стока рек анализируется преимущественно слой стока и динамика изменений в нем за длительные периоды (30-50 и более лет), для которых средняя величина атмосферных осадков в исследуемом бассейне практически равна средним многолетним, а их цикличность мало влияет на среднюю величину стока. В естествен-

ных условиях степной зоны также медленно изменяются стокообразующие факторы. На сельскохозяйственных угодьях Южного Урала происходит относительно быстрая смена направлений их использования (залужение и распашка, изменение способов основной обработки почв и создание лесных полос, выполнение мероприятий по накоплению влаги на полях, пастьба скота и пр.), что также быстро изменяет стокообразующие факторы. Соответственно изменяются коэффициент стока и речной сток. В результате делается невозможным экстраполяция результатов гидрологических расчетов по данным наблюдений за стоком за прошедшие 25-40 лет в современные условия без введения соответствующих поправок, учитывающих антропогенные изменения на водосборе.

Для усреднения влияния на сток многочисленных ежегодно меняющихся во времени погодных факторов предлагаем применять группировку рядов наблюдений за ним в 5-10-летние периоды, в которых быстро меняющиеся факторы усредняются и по значению приближаются к средним многолетним. В результате, на этом относительно стабильном фоне влияния на сток погодных факторов, предоставляется возможным исследовать влияние на сток других факторов с меньшей изменчивостью изменения во времени, к которым относятся системы сельскохозяйственного землепользования на водосборе.

При расчетах стока вод по наблюдениям в 5-10 лет существенное влияние на его величину может оказать цикличность в выпадении атмосферных осадков. Для уменьшения ее воздействия на результаты изучения влияния хозяйственной деятельности на сток талых вод в относительно короткие периоды к исследованиям принят коэффициент стока ( $K_{ст}$ ), определяемого как отношение слоя стока к величине атмосферных осадков. Использование коэффициента стока обеспечивает также возможность сравнения антропогенных изменений в стоке различных бассейнов, имеющих, как правило, различия в количестве атмосферных осадков.

Для углубленного и детального изучения баланса талых вод, их поверхностного стока, впитывания в почву и миграции в глубоко залегающие подземные воды в степном Предуралье построены 6 стоковых площадок на пахотных землях и землях с естественной растительностью общей площадью 430 га, на которых определялись основные составляющие водного баланса.

Сток талых вод на водосборе зависит от множества факторов: интенсивности атмосферных осадков и скорости таяния снега, скорости впитыва-

ния и коэффициентов фильтрации земной поверхности, сезонного и суточного хода температур приземного слоя воздуха, почв и подстилающих грунтов или горных пород, их механического состава, рельефа, расчлененности его балками и оврагами, экспозиции склона и его уклона, солнечной радиации, испарения, глубины залегания грунтовых вод и многолетней мерзлоты, наличия и вида растительного покрова, дернины и подстилки, сельскохозяйственных и других антропогенных воздействий на состояние водосбора. Одно лишь перечисление факторов, влияющих на поверхностный сток, свидетельствует о невозможности прогнозного определения его величины по одной общей для всех территорий методике, без учета зональных и территориальных факторов, которые во многих случаях из сопутствующих превращаются в определяющие и наоборот. Зависимость поверхностного стока от атмосферных осадков выражается формулой  $h_{ст} = h_{ос} K_{ст}$ , где  $h_{ст}$  - слой стока;  $h_{ос}$  - запасы воды в снеге к началу таяния и осадки за время таяния;  $K_{ст}$  - коэффициент стока.

Методики определения запасов воды в снеге и величины выпавших атмосферных осадков достаточно разработаны, и их определение обычно не вызывает больших затруднений. Наиболее сложен прогноз коэффициента стока. Он зависит от всех перечисленных факторов состояния атмосферы и земной поверхности. При исследовании формирования стока талых вод отдельно за каждый год необходимо учитывать все изменения во всех стокообразующих факторах, однако при этом суммарная их погрешность превысит допустимую ошибку в определении величины стока. Поэтому необходимо выделять главные из них для исследуемой территории, уменьшая суммарную погрешность.

Коэффициент поверхностного стока талых вод зависит от фильтрационных свойств земной поверхности в период таяния снега. Наши исследования и исследования других ученых [1, 7] выявили значительные различия в скорости впитывания талых вод в мерзлую почву под различными угодьями. Однако в связи со сложностью ее определения в полевых условиях по причине непостоянства состояния почв в весенний период (температура, влажность и др.) пока мало экспериментальных данных, характеризующих процесс инфильтрации в мерзлые грунты. Для устранения зависимости от непостоянства погодных условий нами разработан лабораторный метод определения скорости впитывания талых вод в мерзлую почву ( $K_{вп}$ ) на основе моделированного применяющегося в полевых условиях метода Нестерова.

Монолиты почвы с ненарушенной структурой отбирали в летний и осенний периоды в пластмассовые цилиндры высотой 20 см и диаметром 10 см. В лаборатории в него вдавливалось внутреннее кольцо диаметром 6-7 см и высотой 6 см с возвышением его верхнего края на 3 см над монолитом для создания слоя воды. Зазоры между кольцами и грунтом для устранения перетекания воды по ним заполняли солидолом с помощью шприца и заливали водой после 3-4-суточного замораживания в морозильной камере. Подготовленные монолиты выдерживали в морозильной камере при требуемой по условиям опыта отрицательной температуре в течение 10 суток. После замораживания образцы помещали в холодильную камеру с температурой, соответствующей температуре воздуха в период таяния снега (в нашем опыте +5...+6°C). Скорость впитывания охлажденной льдом воды в замороженные монолиты определяли по скорости понижения уровня воды во внутреннем кольце. Опыт продолжался 8-10 часов до полного оттаивания монолита.

### **Результаты и обсуждение**

*Зависимость паводкового стока степных рек от соотношения угодий на водосборе.*

Паводковый сток степных рек зависит, с одной стороны, от запасов воды в снеге в период его таяния, а с другой – от величины ее изъятия на увеличение запасов влаги в почве и грунтах водосбора и на питание подземных вод. Увеличение запасов влаги в почве и подстилающих их грунтах в степях Южного Урала, по нашим данным, зависит от вида угодий. На пашне, занимающей половину территории Оренбургской области, среднее многолетнее весеннее увеличение запасов влаги в активном слое (1.5 м) почво-грунтов составляет 80 мм и почти полностью прекращается поверхностный водный сток. На выбитой целине, преобладавшей в степях Южного Урала до освоения целинных земель, оно составляло всего 29 мм, а остальные талые воды расходовались в основном на сток. Распашка 2 млн. га (16% площади региона) целинных земель и увеличение доли зяби на водосборах рек региона до 50-60% не могли не повлиять на сток талых вод.

Исследования антропогенных изменений в паводковом стоке рек в вододефицитных районах Южного Урала свидетельствуют о его изменчивости в зависимости от интенсивности распашки территории и, особенно, от площади зяби (вспашки под зиму) на водосборе.

Для выявления причин уменьшения стока талых вод с водосборов

степных рек проанализированы основные составляющие водного баланса в агроклиматических зонах Оренбургской области в зависимости от изменений в системе земледелия, структуры посевных площадей, агротехники и, в частности, от изменения площади пахотных земель на водосборе. В зависимости от развития производительных сил в селе, их энерговооруженности в землях Оренбуржья можно выделить шесть крупных периодов по влиянию сельского землепользования на поверхностный сток:

I. Довоенный период (1936-1941 годы). Характеризуется применением травопольной системы земледелия, при которой значительную часть пахотных земель занимали многолетние травы, а на остальной части в зависимости от технических возможностей поднималась зябь или проводилась вспашка весной. Общая площадь пахотных земель области составляла 3.6 млн. га (29% от общей площади области).

II. Период Великой Отечественной войны и послевоенного восстановления хозяйства (1941-1954 годы). В силу сложившихся обстоятельств в этот период снижается культура земледелия, уменьшается площадь зяби и увеличивается весенняя пахота. Значительная часть площади пахотных земель были заняты многолетними травами. В 1950 году общая площадь пахотных земель составляла 3.6 млн. га, а в 1953 году – 4.2 млн. га (34%).

III. Период подъема целинных земель и перехода на интенсивные системы земледелия (1954-1965 годы). Значительно увеличиваются площади пахотных земель, сокращается на них доля многолетних трав и практически на всей площади переходят от весенней пахоты на подъем зяби, интенсифицируется снегозадержание и другие агротехнические работы, направленные на увеличение запасов влаги в активном слое пахотных земель за счет зимних осадков. Общая площадь пахотных земель к концу периода увеличилась до 6.4 млн. га (52 %).

IV. Период стабилизированной системы землепользования (1966-1985 годы). Отсутствуют значительные изменения в землепользовании; идет лишь совершенствование систем земледелия и повышение его культуры. Со второй половины 1970-х гг. увеличиваются площади под многолетними травами и озимыми культурами. На востоке области в целях борьбы с ветровой эрозией почв площадь пахотных земель сократилась на 15 % и внедрялась минимальная (нулевая) их обработка. Площадь пахотных земель уменьшилась до 6.1 млн. га (50 %).

V. Период перестройки экономических и социальных взаимоотношений в селе и связанных с ними значительных изменений в системах землепользования и культуре земледелия. С 1986 года идет бессистемное уменьшение площади засеваемых пахотных земель с большими колебаниями ее по годам и значительным снижением культуры землепользования.

VI. Период формирования и становления многоукладных систем землепользования (2001-2010 гг.). Идет постепенное повышение культуры земледелия, структура посевных площадей меняется по годам в зависимости от конъюнктуры рынка. Площадь пахотных земель области стабилизировалась на уровне 4,5-4,8 млн.га.

Все усиливающееся воздействие человека на состояние большинства водосборов и относительно быстрая смена направлений сельскохозяйственного их использования (распашка и залужение, изменение способов основной обработки почв и создание лесных полос, выполнение мероприятий по накоплению влаги и снега на полях и пр.), значительно изменяют стокообразующие факторы. Соответственно, в зависимости от уровня сельскохозяйственной деятельности на водосборе, изменяется коэффициент стока, часто в 2-3 раза. В таблице приведены сведения о влиянии зяби на сток талых вод, учтенному на замыкающем створе исследуемых речных бассейнов.

Анализ данных таблицы показывает, что изменения в поверхностном стоке талых вод и коэффициента стока соответствуют изменениям доли зяби на водосборе. В довоенные 1936-1941 гг. при 24% распаханности территории и 12% зяблевой пахоты на ней коэффициент стока был равен 0.52, а в 1942-1948 годы при сокращении зяблевой пахоты до 5% и незначительном (до 26%) увеличении пахотных земель коэффициент стока увеличился в 1.4 раза - до 0.71.

Восстановление доли зяби на водосборе до 12% в 1949-1954 гг. коэффициент стока уменьшился почти до довоенного уровня (0.53). Сравнение этих трех периодов в 1936-1954 гг. убедительно показывает ведущую роль доли зяби в формировании стока талых вод на водосборе степной зоны Общего Сырта.

Этот вывод подтверждается стабилизацией среднего коэффициента стока талых вод в 1966-1985 гг. по расчетным периодам в пределах 0.24-0.33 при стабилизации доли зяби на уровне 47-56 % от площади водосбора. Уменьшение доли зяби до 36 % в 1991-1995 гг. средний коэффициент стока талых вод увеличился до 0.48, что в 1.7 раза больше среднего стока в пред-

шествующие 20 лет с долей зяби 53-56 % от площади водосбора. В последующий период (1996-2000 гг.) перестройки экономических и социальных взаимоотношений в селе значительные площади пахотных земель не засеивались и заросли несъедобной для животных крупностебельной сорняковой растительностью, которая препятствовала формированию стока талых вод коэффициент стока уменьшился до 0,23. С 2000 г. брошенные земли стали постепенно вводить в севооборот, но с малой долей зяби, что обусловило увеличение коэффициента стока талых вод в среднем до 0,46.

*Таблица.* Динамика изменений поверхностного стока талых вод с водосборов рек в среднем по расчетным периодам в зависимости от доли зяби на них в центральной зоне Оренбургской области\*

Годы, период в земледелии	Осадки зимние, мм	Поверхностный сток, мм	Коэффициент стока	% зяби на водосборе
1936-1941, I	91	47	0.52	12
1942-1945, II	116	86	0.74	5
1946-1954, II	129	68	0.53	12
1955-1965, III	154	58	0.38	20
1966-1975, IV	133	35	0.25	52
1976-1985, V	130	34	0.26	56
1986-1990, V	161	49	0.30	53
1991-1995, V	165	78	0.48	36
2001-2005, VI	170	84	0,49	10
2006-2010, VI	165	58	0,35	16

\* Данные об осадках, поверхностном стоке, коэффициенте стока вычислены авторами по материалам Гидромета; данные о распаханности водосборов и доли зяби определены по материалам статистических управлений.

Обработка данных и построение корреляционно-регрессивной зависимости коэффициента стока талых вод от доли зяби в Южном Предуралье на исследуемых водосборах рек Самары и Б. Кинеля выполнены с использованием программного комплекса «Статистика». В соответствии с требованиями группировки данных по методике, изложенной в работе С.В. Айвазяна и В.С. Мхитаряна (1998), произведено выделение 9-11 интервалов в рядах наблюдений за стоком в исследуемых бассейнах рек Южного Урала. Вычисления показывают высокую зависимость паводкового стока рек Южного Предуралья

от доли зяби на водосборе с высоким коэффициентом корреляции 0.81-0.86. Математический анализ показал, что построенные регрессивные модели зависимости поверхностного стока талых вод от доли зяби на водосборе адекватны экспериментальным данным с  $r = 0,81-0,86$  и имеют статистическую ошибку не более 0.1. В степном Зауралье в период с 1961 по 1970 гг. в сельскохозяйственном использовании водосборов шли процессы, аналогичные степному Предуралью: площадь пахотных земель увеличилась с 30% до 41% площади водосбора, а доля зяби с 9% до 26% площади водосбора, немного сократив (до 15-17%) долю зяби на пахотных землях.

На основании выполненных исследований построена зависимость коэффициента поверхностного стока талых вод от доли зяби на водосборах рек Южного Урала (рис. 1).

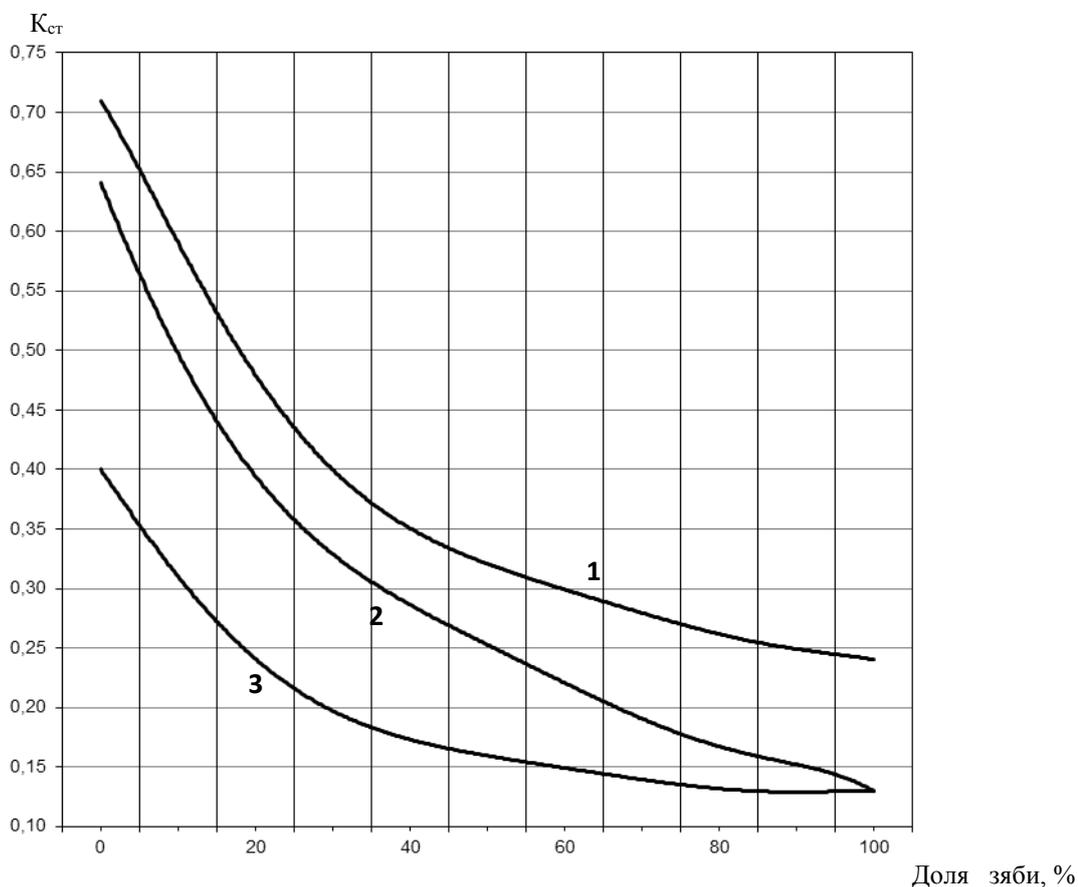


Рис. 1. Зависимость коэффициента стока талых вод ( $K_{ст.п}$ ) от доли зяби на водосборе в Южном Предуралье (1) и Южном Зауралье (2 – выбитая целина; 3 – мало выбитая целина).

Однако в случае последующих изменений состояния естественных кормовых угодий в результате увеличения количества скота и в системе агротехники на пахотных землях (введение «нулевых» и минимальных осен-

них основных обработок почвы) возникнет необходимость выявления зависимости коэффициента стока от доли зяби на водосборе с учетом этих сельскохозяйственных изменений.

### **Баланс талых вод на водосборе степных рек**

Сток талых вод с водосборов степных рек определяется как сумма величин стока с угодий, расположенных на водосборе. В современных степях Южного Урала около 90% водосборов занимают сельскохозяйственные угодья: пахотные земли и пастбища. Фильтрационные свойства их почв зависят от систем использования, температуры и влажности в момент таяния снега. На рисунке 2 представлены результаты определения коэффициента фильтрации талых вод в мерзлые почвы различных угодий в зависимости от их температуры и влажности по разработанной нами методике на отобранных в поле монолитах

Всего выполнено 70 определений режимов инфильтрации воды в различные по водно-физическим свойствам монолиты.

По данным Гидромета на Южном Урале температура на поверхности почвы и на глубине до 20 см не опускается ниже  $-7^{\circ}\text{C}$ . В этих условиях при максимально возможной водоотдачи снега в степной зоне 14 мм/сут [1], что составляет 0,01 мм/мин, сток талых вод с сухой зяби при  $K_f = 0,3$  мм/мин будет отсутствовать. С увеличением влажности почвы возможная скорость впитывания. При часто наблюдаемой температуре  $-3^{\circ}\text{C}$  в пахотном слое перед таянием снега, согласно рисунку 2 скорость впитывания во влажную почву составляет 0,15-0,20 мм, а при  $-5^{\circ}\text{C}$  – 0,009 мм/мин. Поэтому сток талых вод с влажной зяби может быть при температуре почв ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ .

В лесной полосе под толстым слоем (1,0-1,5 м) снега, глубина промерзания почвы незначительна и ее температура не опускается ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ .

При этой температуре скорость впитывания (рис. 2) составляет около 0,2 мм/мин, что значительно больше возможной интенсивности водотдачи снега в весенний период. По этой причине сток из лесных полос с подстилкой наблюдается редко.

Маловыбитая и невыбитая целина, имеющая дернину, также как зябь и лесная полоса в период таяния снега, обладает высокими фильтрационными свойствами при повышенной температуре почвы под дерниной и увеличенными запасами снега благодаря сохранившейся части травостоя. При сухой почве (17%) большой сток с нее маловероятен. На увлажненной до НВ це-

лине скорость инфильтрации уменьшается в 3 раза, но остается в 2-3 раза больше, чем с выбитой целины и стерни. Дернина увеличивает шероховатость поверхности и создает благоприятные условия для инфильтрации талых вод.

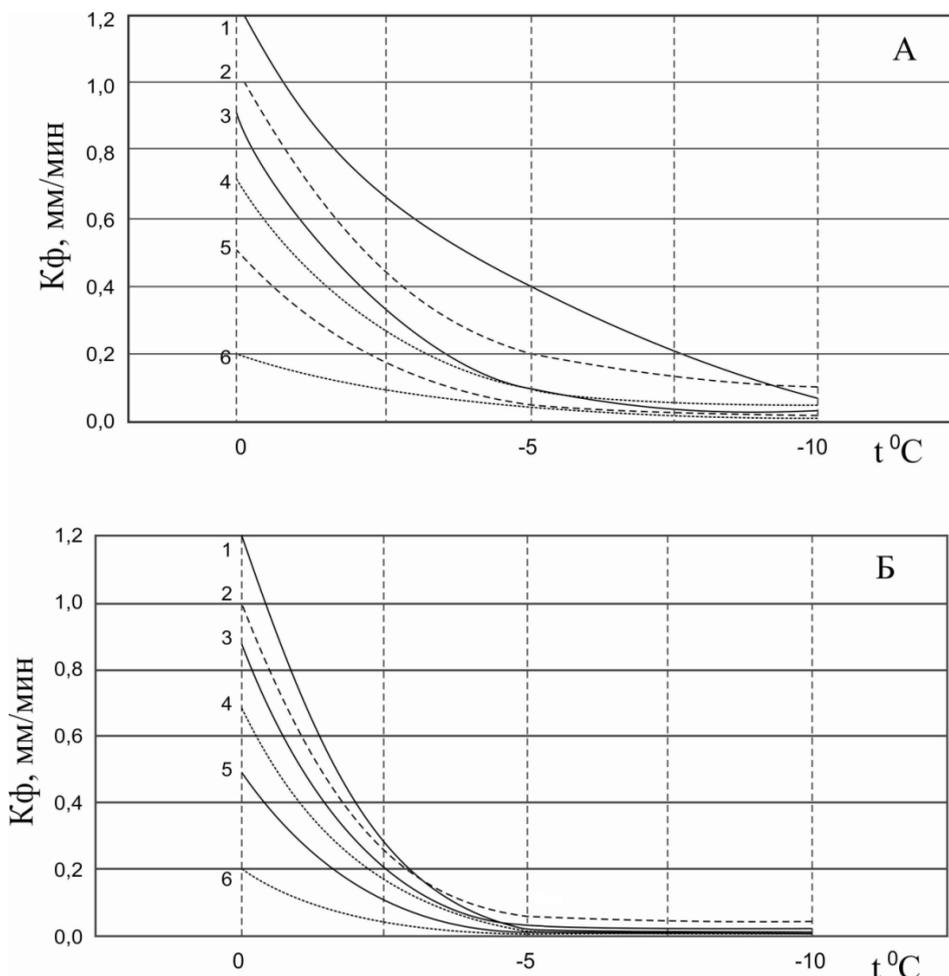


Рис. 2. Зависимость коэффициента фильтрации (Кф) от температуры (t) мерзлых суглинистых почв на различных угодьях с исходной влажностью 15-16% (А) и 27-28% (Б): 1 – зябь; 2 – лесная полоса; 3 – целина мало выбитая; 4 – стерня; 5 – целина выбитая (дернина на поверхности почвы отсутствует); 6 - плужная подошва ( $r = 0.87$ ).

Анализ фильтрационных свойств мерзлых почв под выбитой целиной, занимающих более трети водосборов степных рек, режимов их влажности, температуры почвы и накопления снега выявляет значительное ухудшение условий для впитывания талых вод. При температуре почвы  $-2^{\circ}\text{C}$  на выбитой целине при влажности 17% скорость впитывания уменьшается до величины возможной интенсивности водоотдачи снега. А при НВ – уже при  $-1,5^{\circ}\text{C}$ .

Невспаханные с осени пахотные земли со стерней зерновых культур имеют средние значения скорости впитывания в мерзлую почву между мало-

выбитой и выбитой целиной. После насыщения талыми водами пахотного горизонта плужная подошва с малым коэффициентом фильтрации уменьшает общую инфильтрацию талых вод, и в результате возможно увеличение поверхностного стока. Коэффициент фильтрации плужной подошвы при  $-5^{\circ}\text{C}$  в 8 раз меньше, чем в пахотный горизонт зяби, и в 2 раза меньше, чем в стерню зерновых культур. Обобщающими показателями инфильтрационных свойств почв в период таяния снега под различными угодьями являются соответствующее увеличение запасов влаги в почве и уменьшение поверхностного стока. Инфильтрационные свойства почв влияют на глубину их промачивания. На выбитой целине глубина весеннего их промачивания не превышает 30-40 см при промачивании невыбитой целины на глубину 60 см, пашни – на 70-80 см, а в лесной полосе на глубину более 4 м за счет задержанного снега.

### **Выводы**

1. Исследования стока талых вод на сельскохозяйственно освоенном Южном Урале выявили ведущее влияние на их формирование антропогенных изменений в состоянии земной поверхности.

2. Основным регулятором поверхностного стока талых вод на водосборе степных рек является соотношение скорости водоотдачи снега и возможной скорости впитывания в мерзлую землю, зависящей от вида угодий.

3. Для исследования влияния изменений в землепользовании на сток талых вод предложен метод выделения 5-10-летних периодов с относительно одинаковыми ее системами. Это позволяет усреднить особенности условий погоды отдельных лет, приблизив их к среднемноголетним, и изменения в стоке между периодами обосновывать антропогенными изменениями на водосборе.

4. Весенний сток степных рек находится в большой зависимости от доли зяби на водосборе и состояния естественных кормовых угодий. Глубокая зяблевая пахота уменьшает сток в 2-3 раза, а интенсивная пастьба скота на остальной части водосборов, при которой уничтожается дернина целинных земель, увеличивает его в 1,5-3 раза в сравнении с невыбитой целиной.

5. Используя разработанный лабораторный метод изучения фильтрационных свойств мерзлых почв, определены скорости впитывания в них талых вод на основных угодьях Южного Предуралья в зависимости от их влажности и температуры. Скорость впитывания в мерзлые сухие почвы (весовая влажность менее 17%) при температуре выше  $-3^{\circ}\text{C}$  на всех угодьях, кроме

плужной подошвы, превышает возможную скорость таяния снега, обуславливая малый коэффициент поверхностного стока. На увлажненных до НВ мерзлых почвах скорость впитывания на зяби уменьшается в 15-20 раз, на невыбитой целине – в 3 раза, а на выбитой – в 2-5 раз.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Кузник И.А. Воздействие агрономических, лесохозяйственных и мелиоративных мероприятий на гидрологический режим Нижнего Поволжья. Саратов, 1963. 101 с.
2. Мосиенко Н.А. Водопроницаемость мерзлых почв в условиях Кулундинской степи // Вести сельхоз. науки, 1958. №2. С.92-99.
3. Шумова Н.А. Закономерности формирования водопотребления и водообеспеченности агроценозов в условиях юга Русской равнины. Ин-т водн. проблем РАН. М.: Наука, 2010. 239 с.
4. Гусев Е.М., Насонова О.Н. Моделирование тепло- и влагообмена поверхности суши с атмосферой. Ин-т водн. проблем РАН. М.: Наука, 2010. 327 с.
5. Коронкевич Н.И. Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения. – М.: Наука, 1990. 205 с.
6. Строительные нормы и правила. Определения расчетных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14-83. М.: Госстрой СССР, 1985. 144 с.
7. Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 216 с.

*Получена 26 февраля 2020 г.*

*(Контактная информация:*

**Соломатин Николай Владиславович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; тел./факс (3532) 77-06-60; e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru);

**Нестеренко Юрий Михайлович** – доктор географических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; тел./факс (3532) 77-06-60 e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru);

**Халин Александр Васильевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского научного центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; тел./факс (3532) 77-06-60; e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru))

---

---

#### **LITERATURE**

1. Kuznik I.A. Impact of agronomic, forestry and land reclamation measures on the hydrological regime of the Lower Volga region. Saratov, 1963. 101 p.
2. Mosienko N.A. water Permeability of frozen soils in the conditions of the kulundin steppe // Vesti selkhoz. science, 1958. No. 2. P. 92-99.
3. Shumova N.A. Regularities of water consumption and water availability formation in agroce-noses in the conditions of the southern Russian plain. In-t vodn. M.: Nauka, 2010. 239p.
4. Gusev E.M., Nasonova O.N. Modeling of heat and moisture exchange of the land surface with the atmosphere. In-t vodn. M.: Nauka, 2010. 327 p.
5. Koronkevich N.I. Water balance of the Russian plain and its anthropogenic changes. M.: Nauka, 1990. 205 p.

6. Building codes and regulations. Definitions of calculated hydrological characteristics. SNiP 2.01.14-83. М.: Gosstroy of the USSR, 1985. 144 p.
7. Mosienko N.A. Agrohydrological bases of irrigation. L.: Hydrometeoizdat, 1984. 216 p.

**Образец ссылки на статью:**

Соломатин Н.В., Нестеренко Ю.М., Халин А.В. Влияние сельскохозяйственного землепользования на сток рек Южного Урала. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2020. 1. 14с. [Электр. ресурс] (URL: [http:// elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2020-1/Articles/SNV-2020-1.pdf](http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2020-1/Articles/SNV-2020-1.pdf)). **DOI: 10.24411/2304-9081-2020-11004**