

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

МОНИТОРИНГ СТОКА С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Коронкевич Николай Иванович, доктор географических наук, профессор, Институт географии Российской академии наук, 119017, Российская Федерация, г. Москва, Старомонетный пер., 29, e-mail: hydro-igras@yandex.ru

Долгов Сергей Владимирович, кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт географии Российской академии наук, 119017, Российская Федерация, г. Москва, Старомонетный пер., 29, e-mail: hydro-igras@yandex.ru

Мельник Константин Сергеевич, кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт географии Российской академии наук, 119017, Российская Федерация, г. Москва, Старомонетный пер., 29, e-mail: hydro-igras@yandex.ru

Рассматривается изменение формирования стока с сельскохозяйственных полей и с урбанизированных территорий. Весенний сток с сельскохозяйственных полей определен по данным воднобалансовых станций, причем его величина «привязана» к средним многолетним значениям речного стока за половодье – основную гидрологическую фазу на территории Европейской части страны. Выделены два вида угодий на сельскохозяйственных полях: зябь (осенняя пахота) и поля, нераспаханные с осени с уплотненной к началу весеннего половодья почвы. Показано, что склоновый сток с зяби значительно ниже, чем с других угодий, и разница в стоке возрастает в направлении с севера на юг. В 1980-е гг. площадь зяблевой пахоты под яровые культуры достигла максимальных значений. В дальнейшем, после распада СССР и на современном этапе эта площадь уменьшилась, но средневзвешенный склоновый сток с учетом структуры угодий существенно снизился в результате климатических изменений. Уменьшилось и влияние зяблевой пахоты на речной сток, по крайней мере, вдвое по сравнению с периодом 1980-х гг. Урбанизация территории приводит к увеличению как поверхностного, так и полного речного стока особенно в теплый период года. Выполненные расчеты показывают, что 1 % урбанизированной территории настолько же увеличивает годовой речной сток. Влияние зяби и других агротехнических мероприятий на речной сток на современном этапе в значительной мере взаимокompенсируется влиянием урбанизации.

Ключевые слова: сток, зяблевая пахота, нераспаханные с осени поля, урбанизированные территории

MONITORING IN RUNOFF FORMATION FROM AGRICULTURAL AND SUBURBAN AREAS IN EUROPEAN PARTS OF RUSSIA

Koronkevich Nikolay I., D.Sc. in Geography, Professor, Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetnyy per., Moscow, 119017, Russian Federation, e-mail: hydro-igras@yandex.ru

Dolgov Sergey V., C.Sc. Geography, Researcher, Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetnyy per., Moscow, 119017, Russian Federation, e-mail: hydro-igras@yandex.ru

Melnik Konstantin S., Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, department of hydrology, C.Sc. Geography, Researcher, Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetnyy per., Moscow, 119017, Russian Federation, e-mail: hydro-igras@yandex.ru

Changes in runoff formation from agricultural fields and suburban areas are considered in the article. Spring runoff from agricultural fields defined by analysis of water balance stations dataset. It is related to the average long-term values of river flow over spring flood – major hydrological regime phase of rivers located in Russian European part. Agricultural fields can be divided into fall ploughing fields and fields that have not been ploughed since autumn with compacted soil to the beginning of spring flood. Our research study has shown that slope runoff from fall ploughing fields is much lower than runoff from other fields. From north to south the difference in runoff is increasing. Areas of ploughing fields sown with spring crops reached maximum values in 1980s. Their areas decreased next decades, from the period of USSR collapse till currently. Weighted average slope runoff (estimated from different areas) significantly decreased as a result of climate change. The influence of autumn ploughing on the river flow has also decreased at the present time. Urbanization area increase is causing the increase surficial runoff as well as total river runoff, especially in the warm season. The performed calculations show, that 1 % of urbanization area increase also enhances total river runoff at 1 %. Currently, Agro technical activities influence as well as ploughing fields impact on the annual river runoff formation is largely compensated by the effect of urbanized areas.

Keywords: runoff, ploughing fields, fields that have not been ploughed since autumn, hydrological role, climatic change, urbanized areas

Водный баланс и сток на значительной части Европейской территории России давно уже изменены в результате хозяйственной деятельности на водосборах, прежде всего сельскохозяйственной. В лесостепных и степных районах распахивается и засеивается до 70–80 % всей территории, применяются различные агротехнические и агролесомелиоративные приемы воздействия на поверхностный сток с целью задержания воды на полях и борьбы с эрозией. В последние десятилетия быстро нарастает площадь урбанизированных территорий. Все это не может не сказываться на элементах водного баланса, в первую очередь на стоке. Работ, посвященных оценке гидрологической роли сельскохозяйственной деятельности (в основном неорошаемого земледелия) и урбанизации территории, не мало. Но большая их часть выполнена довольно давно, а сделанные оценки нуждаются в обновлении.

Влияние на сток неорошаемого земледелия. Гидрологической роли неорошаемого земледелия и применяемых агротехнических приемов в нашей стране посвящены работы [1, 3, 4, 6, 11, 15] и др. Все они базируются на данных воднобалансовых (стоковых) станций, сеть которых к настоящему времени резко сократилась. Это, конечно, ограничивает возможности современной оценки влияния мероприятий неорошаемого земледелия на водный баланс и сток. В настоящее время соответствующие наблюдения проводятся лишь на небольшом числе воднобалансовых (стоковых) станций. Обычно величина поверхностного стока со склонов определяется на стоковых площадках. Стоковые площадки имеют длину несколько десятков метров, ширину 20–30 м, ограждены от других участков склона земляными валиками, оборудованы водоприемным устройством. Стоковые площадки обычно заняты наиболее характерными для данной местности угодьями. Для периода весеннего половодья – основной гидрологической фазы на территории России особый интерес представляет сравнение поверхностного склонового стока с полей, занятых яблевой (осенней) пахотой и прочими полями, распахиваемыми весной, после окончания весеннего половодья. Поля, распаханные осенью, по сравнению с нераспаханными (с уплотненной почвой), к весне обладают повышенными инфильтрационными свойствами и пониженным поверхностным стоком, способствуя уменьшению и речного стока.

Если до 1930-х гг. зяблевая пахота под яровые культуры почти не применялась в нашей стране, то с 1930-х гг. с появлением большого количества тракторов и соответствующих возможностей масштабной обработки почв ее площадь стремительно увеличивалась. В 1960–1980-е гг. она составляла до 40–50 % общей площади водосборов в лесостепной и степной зонах, что не могло не сказаться на величине речного стока даже крупных рек. Однако с 1990-х гг. площади, занятые зяблевой пахотой, стали сокращаться как в связи с кризисными явлениями в сельском хозяйстве, так и заменой в значительной мере яровых культур озимыми. Тем не менее и сейчас под зяблевую пахоту отводятся большие площади.

Поскольку стоковые площадки на разных воднобалансовых станциях отличаются по размерам, уклонам, уровню агротехники, периоду наблюдений и ряду других характеристик был применен метод зонально-межзонального их обобщения путем «привязки» к величине среднего многолетнего речного стока за период половодья (по существу зонального) в районе расположения воднобалансовых станций [6]. На основании обобщения данных более 30 воднобалансовых станций, расположенных в европейской (преимущественно) и азиатской частях СССР получены величины зонального весеннего поверхностного склонового стока гг. с рассматриваемых угодий для двух типов почв (суглинистых и супесчаных), характеризующие его до начала 1960-х гг. Обобщение показало, что в лесостепной зоне (значение речного стока половодья в Европейской части страны 60–100 мм) сток зяби на суглинках меньше, чем с полей, нераспаханных с осени (озимые, стерня, многолетние травы) в 1,3–2 раза, а в степной зоне при значениях стока речного половодья 20 мм – до 6 раз и более. По процентному соотношению разных угодий и типов почв (на европейской территории страны преобладают суглинистые почвы) получены средневзвешенные значения зонального склонового стока с сельскохозяйственных полей (левая диаграмма на рисунке).

В последующем, вплоть до начала 1980-х гг., площадь зяблевой пахоты нарастала и при практически мало меняющихся климатических условиях средневзвешенный склоновый сток соответственно снижался. По расчетам одного из авторов данной статьи [6] это снижение составило в лесостепной зоне 20–40 %, в степной зоне 60–70 %. В результате к началу 1980-х гг. сток с пашни выразился в среднем в следующих величинах (средняя диаграмма на рисунке). Конечно, представленные величины склонового стока, характеризующегося уклонами, экспозицией, длиной склонов, сильно варьируют в пределах одной и той же территории в зависимости от указанных выше конструктивных особенностей стоковых площадок и их положения на склонах. Средний уклон стоковых площадок примерно соответствует среднему уклону пахотных земель в пределах Русской равнины – 25–50 промилле или 1,5–3 градуса. На более крутых склонах на суглинках почвы более смыты и сток с них выше. Напротив, на супесях на крутых склонах смытым почвам, сложенным более крупнозернистым материалом, чем не смытые, присущ пониженный сток. Неоднозначного влияния следует ожидать и в отношении экспозиции склонов.

В последующие годы на европейской территории страны отмечается существенное изменение климатических условий, которое сказывается и на величине поверхностного склонового и речного стока. Вследствие наступления более теплых зим, меньшего промерзания почвы поверхностный склоновый сток снегового происхождения снижается, растет инфильтрация, возрастает доля подземного стока, формирующегося зимой и весной.

Поскольку большинство воднобалансовых станций закрылось или на них резко сократился объем работ после распада СССР, в оценке современного склонового стока приходится ориентироваться лишь на отрывочные сведения немногих сохранившихся к настоящему времени наблюдений на воднобалансовых станциях. К таковым относятся наблюдения на ряде станций Федерального научного центра агроэкологии РАН [1, 15]. На основании этих данных получается, что сток снизился как на зяби, так и на нераспаханных с осени полях, причем на зяби более существенно. В результате гидрологическая роль зяблевой пахоты возросла в 1,5–2 раза.

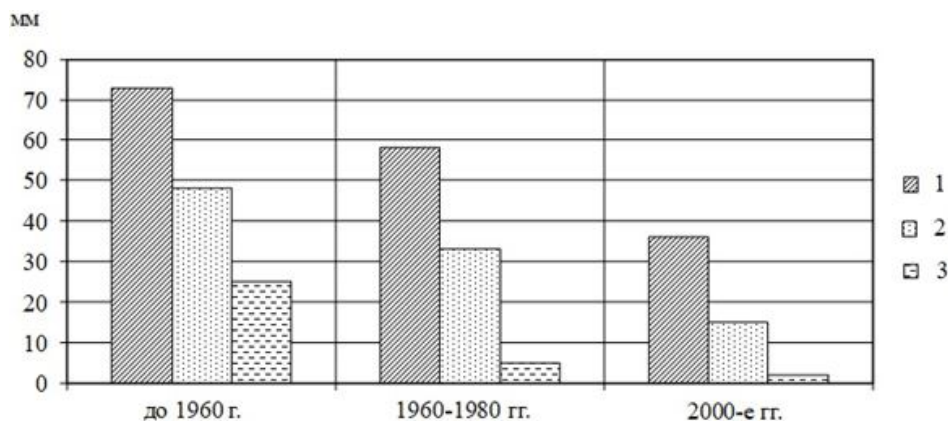


Рис. Поверхностный склоновый сток в разные периоды в южной части Русской равнины, мм:

1 – северная лесостепь (сток речного половодья 100 мм); 2 – центральная лесостепь (сток речного половодья 60 мм); 3 – степная зона (сток речного половодья 20 мм)

Вместе с тем уменьшение площади зяблевой пахоты способствовало увеличению средневзвешенного склонового стока на 10–20 %. В целом же климатическое воздействие преобладало, и общее уменьшение поверхностного склонового стока за период половодья по сравнению с периодом исчисления нормы стока составило от 2 раз в переходной зоне от южной части лесной к северной части лесостепной, до 3 раз в лесостепи и северной части степной зоны и в 4–10 раз на большей части степной зоны (правая диаграмма на рисунке). Таким образом, вначале (на уровне 1980-х гг.) уменьшение стока было обусловлено увеличением площадей под зябью и осуществлением других агротехнических приемов, а в последнее время главным образом климатическими условиями. Если бы не было изменений в структуре пахотных угодий, уменьшение склонового стока на современном этапе было бы еще больше. Снижение поверхностного склонового стока привело и к уменьшению стока речного половодья, что хорошо показано в работах «Водные ресурсы России» [2, 5]. Хотя это уменьшение речного половодья в процентном отношении меньше склонового по двум основным причинам:

1) значительная часть поверхностной составляющей речного стока формируется на площади гидрографической сети, включая поймы, склоны долин, балок, оврагов. И эта часть стока половодья сравнительно мало изменилась во времени;

2) увеличение подземной составляющей речного стока.

Поверхностный сток с гидрографической сети составлял за период исчисления нормы стока от 30–40 % стока речного половодья в лесостепных районах европейской части страны до более 50 % в степной зоне. При этом следует иметь в виду, что часть поверхностного склонового стока (до половины в степной зоне) не доходит до рек и водоемов, задерживаясь в замкнутых отрицательных формах рельефа или на участках с повышенными инфильтрационными свойствами почв, например, в верхних звеньях гидрографической сети или в лесополосах. Там из-за больших снеготопливных запасов за счет сносимого ветром снега с полей почва не промерзает или слабо промерзает.

Современное уменьшение склонового стока при сравнительно мало изменившемся стоке с площади гидрографической сети, по крайней мере, в 1,5–2 раза увеличивает долю последнего в общем речном стоке половодья в лесостепных и степных районах и соответственно снизило вклад поверхностного склонового стока. Уменьшилось влияние зяблевой пахоты и других агротехнических приемов на речной сток. Расчет по методике, изложенной в работе [6], показывает, что современное уменьшение стока Волги под их влиянием можно оценить в 1–1,5 %, а Дона – в 4–6 %, то есть, по крайней мере, в два раза ниже, чем на уровне 1980-х гг.

В то же время следует отметить рост в теплый период года поверхностного склонового стока, особенно на площади занимаемой гидрографической сетью, где складываются благоприятные условия для его формирования, как впрочем, и для подземного стока. Однако количественная оценка этого увеличения требует дополнительных исследований.

Влияние на сток урбанизированных ландшафтов. Гидрологическая роль урбанизации рассматривалась в работах [7–11, 13, 14]. Монография [7] послужила основой для расчетов, содержащихся в данной статье.

В состав урбанизированных территорий входят водонепроницаемые участки (крыши домов, дороги, площади и т.д.) и маловодопроницаемые участки с уплотненной почвой. Поверхностный сток с них, как правило, значительно выше, чем с сельскохозяйственных и тем более лесных угодий. В зимне-весенний период различия в стоке с отдельных угодий меньше, чем в теплый период года. Так для бассейна реки Москвы современный зимне-весенний сток с водонепроницаемых урбанизированных участков рассчитан исходя из коэффициента стока 0,8, принятого на основании [16]. Для более ранних периодов коэффициент стока несколько ниже (0,7), учитывая меньшее в прошлом развитие коллекторно-дренажной сети и уборки снега с улиц городов с последующим сбросом его в гидрографическую сеть. Коэффициент стока с маловодопроницаемых участков принят в размере соответственно 0,6 и 0,5. Для сравнения, по данным [6] коэффициент поверхностного склонового стока с зяби в южной части лесной зоны составляет соответственно 0,46 и 0,48, а с полей, не распаханых с осени, 0,5.

Поверхностный сток со склонов в летне-осенний сезон на естественных угодьях и сельскохозяйственных полях, согласно [17, 18] практически отсутствует и имеет место лишь в гидрографической сети. На склонах он формируется почти исключительно на урбанизированных территориях. Величина стока за теплый сезон с урбанизированных площадей определялась на основании рекомендуемых в [9, 16] следующих коэффициентов стока: с кровли и асфальтобетонных покрытий – 0,6–0,7; булыжных или щебеночных мостовых – 0,4–0,5; газонов – 0,1; кварталов с современной застройкой – 0,3–0,4; средних городов – 0,3–0,4; небольших городов и поселков – 0,25–0,3. Ориен-

тируясь на эти данные, были приняты коэффициенты стока на склонах с водонепроницаемых участков 0,6 для современного периода, 0,5 – для ранних периодов урбанизации, когда почти не было асфальтового покрытия, отсутствовала дренажно-коллекторная сеть, а с малопроницаемых участков – 0,3 и 0,25 соответственно.

С учетом средних многолетних осадков холодного периода года для бассейна р. Москвы – 170 мм и за теплый период – 537 мм рассчитанные величины современного годового поверхностного склонового стока с водонепроницаемых участков составляют около 460 мм, что в несколько раз выше стока с прочих угодий, за счет теплого периода года.

Лишь часть стока со склонов доходит до речной сети, задерживаясь в замкнутых отрицательных формах рельефа и на участках с повышенной инфильтрационной способностью. Тем не менее значительные различия между вкладом в поверхностный речной сток и урбанизированными участками и прочими угодьями сохраняются.

Полный речной сток также выше на урбанизированных территориях, несмотря на меньший подземный сток. Расчеты показывают, что 1 % современной урбанизированной территории приводит к такому же увеличению речного стока, а 1 % водонепроницаемой территории – на 2–3 %. Для бассейнов Волги и Дона, урбанизированных на 2–4 %, и при росте площади урбанизированных участков по сравнению с периодом исчисления нормы стока на 1 % его современное увеличение оценивается также приблизительно в размере 1 %.

Выводы. Поверхностный склоновый сток изменяется в широких пределах в зависимости от вида угодий. На сельскохозяйственных полях значительную гидрологическую роль сыграло широкое распространение зяблевой пахоты, получившее максимальное развитие, как и другие агротехнические приемы, в 1980-х гг. Все это привело к значительному уменьшению поверхностного склонового стока и сказалось на речном стоке. В последующие годы площадь зяблевой пахоты снизилась, но склоновый сток резко уменьшился из-за изменений климатических условий, снизилось и влияние агротехнических мероприятий на речной сток. Напротив, имеется ярко выраженная тенденция увеличения стока в результате роста площади урбанизированных территорий, в том числе водонепроницаемых участков. В итоге влияние сельскохозяйственной деятельности на водосборе и урбанизированных ландшафтов в значительной мере взаимокompенсируется в изменении речного стока. Для оценки влияния хозяйственной деятельности на водные ресурсы очень важно восстановить и расширить сеть водно-балансовых станций.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-05-00-479.

Список литературы

1. Барабанов А. Т. К вопросу о прогнозе поверхностного стока талых вод в лесостепной и степной зонах / А. Т. Барабанов, В. И. Панов // Аридные экосистемы. – 2012. – Т. 18, № 4 (53). – С. 22–27.
2. Водные ресурсы России и их использование. – Санкт-Петербург : ГГИ, 2008. – 598 с.
3. Водогrecкий В. Е. Влияние агролесомелиораций на годовой сток: методика исследований и расчеты / В. Е. Водогrecкий. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1979. – 184 с.
4. Грин А. М. Динамика водного баланса Центрально-Черноземного района / А. М. Грин. – Москва : Наука, 1963. – 148 с.

5. Джамалов Р. Г. Современные ресурсы поверхностных и подземных вод европейской части России: формирование, распределение, использование / Р. Г. Джамалов, Н. Л. Фролова, М. Б. Киреева и другие. – Москва : ГЕОС, 2015. – 320 с.
6. Коронкевич Н. И. Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения / Н. И. Коронкевич. М.: Наука, 1990. 204 с.
7. Коронкевич Н. И. Антропогенные воздействия на сток реки Москвы / Н. И. Коронкевич, К. С. Мельник. – Москва : МАКС ПРЕСС, 2015. – 168 с.
8. Куприянов В. В. Гидрологические аспекты урбанизации / В. В. Куприянов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. – 184 с.
9. Курбатова А. С. Ландшафтно-экологические основы формирования градостроительных структур / А. С. Курбатова. – Москва – Смоленск : Маджента, 2004. – 400 с.
10. Лихачева Э. А. Экологические проблемы Москвы за 150 лет / Э. А. Лихачева, В. Б. Смирнова. – Москва : РФФИ, 1994. – 248 с.
11. Львович М. И. Человек и воды / М. И. Львович. – Москва : Географгиз, 1963. – 568 с.
12. Львович М. И. Вода и жизнь / М. И. Львович. – Москва : Мысль, 1986. – 256 с.
13. Львович М. И. Изменение водного баланса территории под влиянием урбанизации / М. И. Львович, Г. М. Черногаева // Проблемы гидрологии. – Москва : Известия АН СССР, 1978. – С. 43–52.
14. Львович М. И. Закономерности водного баланса и вещественного обмена в условиях города / М. И. Львович, Е. П. Чернышев // Известия АН СССР, серия географ. – 1983. – № 3. – С. 23–29.
15. Петелько А. И. Характеристика поверхностного стока талых вод с разных угодий за 50 лет / А. И. Петелько, В. И. Панов // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 4 (16). – С. 155–162.
16. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. Минстрой России. – Москва : ГУП ЦПП, 1996.
17. Субботин А. И. Сток талых и дождевых вод (по экспериментальным данным) / А. И. Субботин. – Москва : Гидрометеиздат, 1966. – 376 с.
18. Субботин А. И. Экспериментальные гидрологические исследования в бассейне реки Москвы / А. И. Субботин, В. С. Дыгало. – Москва : Гидрометеиздат, 1991. – 264 с.

References

1. Barabanov A. T., Panov V. I. K voprosu o prognoze poverkhnostnogo stoka talykh vod v lesostepnoy i stepnoy zonakh [On the issue of the forecast of surface runoff of meltwater in the forest-steppe and steppe zones]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], 2012, vol. 18, no. 4 (53), pp. 22–27.
2. *Vodnye resursy Rossii i ikh ispolzovanie* [Water resources of Russia and their use], Saint Petersburg, GGI Publ., 2008. 598 p.
3. Vodogretniy V. Ye. *Vliyaniye agrolesomeliyatsiy na godovoy stok: metodika issledovaniy i raschety* [Influence of agroforestry improvement on annual runoff: the research method and calculations], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1979. 184 p.
4. Grin A. M. *Dinamika vodnogo balansa Tsentralno-Chernozemnogo rayona* [Dynamics of the water balance of the Central Black Earth region], Moscow, Nauka Publ., 1963. 148 p.
5. Dzhamalov R. G., Frolova N. L., Kireeva M. B., et al. *Sovremennye resursy poverkhnostnykh i podzemnykh vod yevropeyskoy chasti Rossii: formirovaniye, raspredeleniye, ispolzovaniye* [Modern resources of surface and groundwater in the European part of Russia: formation, distribution, use], Moscow, GEOS Publ., 2015. 320 p.
6. Koronkevich N. I. *Vodnyy balans Russkoy ravniny i yego antropogennyye izmeneniya* [The water balance of the Russian Plain and its anthropogenic changes], Moscow, Nauka Publ., 1990. 204 p.
7. Koronkevich N. I., Melnik K. S. *Antropogennyye vozdeystviya na stok reki Moskvy* [Anthropogenic impact on the runoff of the Moscow River], Moscow, MAKS PRESS Publ., 2015. 168 p.
8. Kupriyanov V. V. *Gidrologicheskie aspekty urbanizatsii* [Hydrological aspects of urbanization], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977. 184 p.
9. Kurbatova A. S. *Landshaftno-ekologicheskie osnovy formirovaniya gradostroitelnykh struktur* [Landscape and ecological bases of formation of town-planning structures], Moscow – Smolensk, Madzhenta Publ., 2004. 400 p.
10. Likhacheva E. A., Smirnova V. B. *Ekologicheskie problemy Moskvy za 150 let* [Environmental problems of Moscow for 150 years], Moscow, RFFI Publ., 1994. 248 p.
11. Lvovich M. I. *Chelovek i vody* [Man and water], Moscow, Geografiz Publ., 1963. 568 p.
12. Lvovich M. I. *Voda i zhizn* [Water and Life], Moscow, Mysl Publ., 1986. 256 p.

13. Lvovich M. I., Chernogaeva G. M. Izmenenie vodnogo balansa territorii pod vliyaniem urbanizatsii [Change in the water balance of the territory under the influence of urbanization]. *Problemy gidrologii* [Problems of Hydrology], Moscow, Izvestiya AN SSSR Publ., 1978, pp. 43–52.
14. Lvovich M. I., Chernyshev Ye. P. Zakonomernosti vodnogo balansa i veshchestvennogo obmena v usloviyakh goroda [Regularities of water balance and material exchange in city conditions]. *Izvestiya AN SSSR, seriya geograf.* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences, Series of Geographical], 1983, no. 3, pp. 23–29.
15. Petelko A. I., Panov V. I. Kharakteristika poverkhnostnogo stoka talykh vod s raznykh ugodiy za 50 let [Characteristics of the surface runoff of meltwater from different lands in 50 years]. *Vestnik APK Stavropolya* [Bulletin of the Agrarian and Industrial Complex of Stavropol], 2014, no. 4 (16), pp. 155–162.
16. SNiP 2.04.03-85. Sewerage. External networks and facilities. Ministry of Construction of Russia. Moscow, GUP TsPP Publ., 1996.
17. Subbotin A. I. *Stok talykh i dozhdevykh vod (po eksperimentalnym dannym)* [The flow of melted and rainwater (according to experimental data)], Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1966. 376 p.
18. Subbotin A. I., Dygalo V. S. *Eksperimentalnye gidrologicheskie issledovaniya v bassejne reki Moskvy* [Experimental hydrological studies in the Moscow River basin], Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1991. 264 p.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ ТАТАРСТАНА

Александрова Асель Биляловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: adabl@mail.ru

Иванов Дмитрий Владимирович, кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: water-rf@mail.ru

Валиев Всеволод Сергеевич, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: podrost@mail.ru

Маланин Виталий Викторович, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: wizzle13@mail.ru

Хасанов Рустам Равилович, младший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: rustamkhasanov88@gmail.ru

Марасов Антон Александрович, младший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Даурская, 28, e-mail: owltrawolta@yandex.ru

В статье приводятся результаты изучения физико-химических свойств и содержания тяжелых металлов (Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Fe) в дерново-подзолистых и серых лесных почвах бассейна р. Казанка (Республика Татарстан). Установлено, что реакция среды дерново-подзолистых и серых лесных почв бассейна варьирует от слабокислой в