

УДК 556.5

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ МОСКВЫ

© 2015 г. Н.И. Коронкевич, К.С. Мельник

*Институт географии РАН, Москва, Россия
e-mail: hydro-igras@yandex.ru, konsmelnik@gmail.com*

Поступила в редакцию 12.11.2013 г.

В статье предпринята попытка оценить гидрологические последствия ландшафтных изменений в бассейне реки Москвы, начиная с середины XIX столетия по настоящее время. На основании данных водно-балансовых станций проведены расчеты поверхностного склонового стока, общего поверхностного стока в бассейне реки Москвы с учетом стока, формирующегося на площади гидрографической сети. Дана оценка изменений стока инфильтрационного происхождения и полного речного стока.

Ключевые слова: землепользование, гидрологические последствия, поверхностный склоновый сток, сток с площади гидрографической сети, сток инфильтрационного происхождения, полный годовой речной сток.

Введение. Бассейн реки Москвы, в пределах которого расположена столица нашей страны, отличается значительной трансформацией ландшафтов во времени, а, следовательно, и условий формирования стока. Это издавна обжитой район, в котором менялись лесистость и состояние лесов, методы ведения сельского хозяйства, площадь и состояние урбанизированных территорий. В целом, бассейн реки Москвы хорошо изучен в гидрологическом отношении, в том числе и влияние на речной сток гидротехнического строительства и водного хозяйства. Однако во многом недостаточно изученной остается оценка гидрологической роли изменения ландшафтов, характера землепользования. Имеющиеся оценки относятся в основном к отдельным частям бассейна и к отдельным периодам и видам преобразования ландшафтов. Эти исследования к тому же выполнены уже довольно давно, как например, оценки влияния на сток отдельных ландшафтов по материалам наблюдений на Подмосковной водно-балансовой станции, разработанные А.И. Субботиным и В.С. Дыгало [13] или ландшафтов города Москвы, представленные в работах М.И. Львовича и Г.М. Черногаевой [9, 18, 19].

В данной статье предпринята попытка оценить гидрологическую роль ландшафтных изменений в бассейне реки Москвы, начиная с 1853 г., когда появились достаточно надежные сведения о

структуре землепользования, до настоящего времени. При этом выделены следующие периоды:

- середина XIX в.;
- начало XX в. (1920–1930 гг.);
- с конца XIX в. до 1960-х гг. (период, за который исчислялась норма стока для большинства рек СССР К.П. Воскресенским [5]);
- 1960–1980-е гг. (период наибольшего антропогенного воздействия на сельскохозяйственные угодья);
- современный период (начало XXI столетия).

Все расчеты выполнены применительно к средним климатическим условиям, т.е. в некотором роде аналогично тому, что сделано А.М. Грином [6] для Центрально-Черноземного района или М.И. Львовичем и Г.М. Черногаевой для территории города Москвы [8, 18, 19].

Основное внимание уделено поверхностному стоку (со склонов, с площади гидрографической сети, суммарному) за зимне-весенний (с учетом оттепелей) и теплый сезон (лето-осень) года, а также в целом за год. Кроме того, сделаны расчеты изменения стока инфильтрационного происхождения (включающего верховодку и подземный сток), а также полного речного стока за год.

Динамика землепользования. В табл. 1 приведены сведения о том, как менялась структура

Таблица 1. Динамика населения и структуры землепользования в бассейне реки Москвы (площадь 17600 км²)

Показатели	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Население, млн. чел. (всего)	0.8	3.2	9.6	15.9	4.5
Число городов	7	19	30	40	19
Численность городского населения, млн. чел.	0.3	2.2	8.8	15.4	3.7
% от всего населения	38	68	83	97	63
Площадь городов, км ²	121	348	1324	2300	598
Число сельских населенных пунктов	2747	5129	3402	1675	3759
Площадь сельских населенных пунктов, км ²	302	643	794	944	580
Длина дорог, км	4000	6215	23384	40553	11200
Площадь дорог, км ²	20	31	157	284	69
Общая площадь урбанизированных территорий, км ²	443	1022	2 275	3528*	1247
% от площади бассейна	3	6	13	20*	8
Площадь водонепроницаемых участков, км ²	49	139	572	1004	253
% от площади бассейна	0.3	1	3	6	2
% малопроницаемых участков	2.7	5	10	14	6
% залесенности	41	24	33	43	33
% яблевой пахоты	2	3	16	8	7
% прочих сельскохозяйственных земель	54	67	38	29	52

* В границах города Москвы до ее современного расширения (после 2012 г.). Вновь присоединенные территории в большей своей части пока нельзя считать урбанизированными.

землепользования, важная с гидрологических позиций, начиная с середины XIX столетия по настоящее время. Представлены также данные об изменении численности населения и числе населенных пунктов, как свидетельство общей антропогенной нагрузки на ландшафты. Соответствующая информация получена из следующих источников [1, 4, 10, 14–17].

Наибольшего внимания с гидрологических позиций заслуживает соотношение площадей, занятых лесом, урбанизированной территорией, яблевой пахотой и прочими сельскохозяйственными угодьями, не распахируемыми с осени и обладающими ко времени весеннего половодья пониженными инфильтрационными свойствами (по сравнению с зябью). Необходимо отметить, что общая площадь урбанизированных территорий включает в себя площадь сельских населенных пунктов, городов, а также дорог. Площадь водонепроницаемых территорий (крыши домов, территории, занятые улицами, дорогами, и т.д.) определена по приближенной зависимости, согласно которой она меняется от 5% в малых городах и других небольших населенных пунктах численностью населения менее 50 тыс. чел., до 50% и более в самых крупных городах. Современная

доля водонепроницаемых участков в бассейне реки Москвы определена нами в размере 6% (см. табл. 1). Интересно, что по последним расчетам Ю.В. Бабиной [1], площадь земель под постройками, дорогами, дворами, улицами (т.е., по существу, водонепроницаемых участков) в 2005 г. в Центральном федеральном округе оценена в 25.7 тыс. км² или примерно в 4% его общей площади. Очевидно, в бассейне реки Москвы, существенную часть которого занимает город Москва, эта величина должна быть несколько выше. К малопроницаемым урбанизированным участкам с промежуточными значениями стока и инфильтрации между сельскохозяйственными угодьями и водонепроницаемыми участками, отнесена остальная часть урбанизированных территорий, т.е. парки, газоны, пустыри, промышленные зоны и т.д.

Следует отметить общее нарастание антропогенной нагрузки на водосбор р. Москвы. Так, общая численность населения за рассматриваемый период возросла почти в 19 раз, а городского – почти в 50 раз. Если в 1853 г. было 7 городов, то в 2012 г. – 40 (при уменьшении численности сельского населения и сельских населенных пунктов). Длина дорог и занимаемая ими площадь возросли

Таблица 2. Поверхностный склоновый сток, мм

Угодья	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Зимне-весенний сезон					
Лес	23	23	23	23	23
Зябь	62	62	54	54	58
Прочие поля, не распахиваемые с осени	71	71	71	71	71
Водонепроницаемые участки	119	119	136	136	128
Малопроницаемые урбанизированные участки	94	94	102	102	98
Летне-осенний сезон					
Лес	0	0	0	0	0
Зябь	–	–	–	–	–
Прочие поля, не распахиваемые с осени	0	0	0	0	0
Водонепроницаемые участки	268	268	322	322	295
Малопроницаемые урбанизированные участки	134	134	161	161	148
Год					
Лес	23	23	23	23	23
Зябь	62	62	54	54	58
Прочие поля, не распахиваемые с осени	71	71	71	71	71
Водонепроницаемые участки	387	387	458	458	423
Малопроницаемые урбанизированные участки	228	228	263	263	246

в 10 раз. Площадь городов увеличилась к 2012 г. почти в 20 раз, а к 2013 г. (в связи с расширением города Москвы) – более чем в 30 раз, но, как отмечено выше, большую часть Новой Москвы пока нельзя считать урбанизированной территорией. При этом общая площадь водонепроницаемых территорий возросла почти в 20 раз.

Правда, процесс возрастания антропогенной нагрузки не был непрерывным. Были перерывы, связанные с военными, политическими и экономическими кризисами. Например, площадь зяблевой пахоты в современный период снизилась в 2 раза по сравнению с периодом ее наибольшего распространения (1960–1980 гг.), а залесенная площадь возросла.

Изменение поверхностного стока на склонах. Величина удельного поверхностного стока с отдельных угодий представлена в табл. 2. Сток в **зимне-весенний сезон** в лесу, на зяблевой пахоте и прочих сельскохозяйственных угодьях (озимые, стерня, залежь), расположенных на склонах, занимающих в совокупности приблизительно 90% общей площади речного бассейна (еще 10% приходится на площадь гидрографической сети), рас-

считывался по данным воднобалансовых станций в южной части лесной зоны (в том числе на Подмосковной), обобщенным в [7]. При этом сток с зяби в современный период принят ниже, чем в период до начала 1930-х гг., так как современная тракторная пахота более эффективно влияет на задержание стока, чем применяемая ранее конная пахота.

В приведенных в табл. 3 величинах стока учтено соотношение угодий, сложенных суглинками и супесями (75 и 25%). Сток на суглинках существенно выше, чем на супесях, например, на зяби – в 3.4 раза.

Зимне-весенний сток с водонепроницаемых урбанизированных участков рассчитан исходя из средних многолетних величин осадков за холодное время года (170 мм) и коэффициента стока 0.8 [11]. Для более ранних периодов коэффициент стока принят несколько ниже (0.7), учитывая гораздо меньшее в прошлом развитие коллекторно-дренажной сети и уборки снега с улиц городов с последующим сбросом его в гидрографическую сеть. Коэффициент стока с малопроницаемых урбанизированных участков определялся как сред-

Таблица 3. Средневзвешенный поверхностный склоновый сток в бассейне р. Москвы

Показатель	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Зимне-весенний сезон	52	61	57	57	57
Летне-осенний сезон	4	9	26	42	15
Год	56	70	83	99	72

нее между водонепроницаемыми участками и полевыми угодьями, он составил 0.6 в 1960–1980 гг. и в современный период и 0.55 – за более ранние периоды. Для сравнения: по данным [7], коэффициент поверхностного склонового стока с зяби в южной части лесной зоны составляет соответственно 0.46 и 0.48, а с полей, не распахиваемых с осени, – 0.5. В лесу же коэффициент стока почти в 3 раза ниже, а снегозапасы выше, они составляют 170 мм.

Приходная часть водного баланса на зяби и прочих угодьях меньше за счет ветрового сноса снега в гидрографическую сеть, особенно выраженного на зяби (соответственно 145 мм и 125 мм).

Летне-осенний сезон. Поверхностный сток в теплый период со склонов на естественных угодьях и сельскохозяйственных полях, согласно А.И. Субботину [12], практически отсутствует, он имеет место лишь в гидрографической сети. На склонах он формируется также на урбанизированных территориях. Величина стока за теплый период с урбанизированных площадей определялась исходя из средней многолетней величины осадков в размере 537 мм.

По данным [8, 11] рекомендуются следующие коэффициенты стока: кровли и асфальтобетонные покрытия – 0.6–0.7; булыжные или щебеночные мостовые – 0.4–0.5; газоны – 0.1; кварталы с современной застройкой – 0.3–0.4; средние города – 0.3–0.4; небольшие города и поселки – 0.25–0.3.

Ориентируясь на эти данные, принимаем коэффициенты стока на склонах с водонепроницаемых участков 0.6 для современного периода, 0.5 – для раннего периода урбанизации, когда не было асфальтового покрытия, отсутствовала дренажно-коллекторная сеть, а с малопроницаемых участков эти коэффициенты равны 0.3 и 0.25 соответственно. В эти значения в дальнейшем будут еще внесены коэффициенты редукиции, учитывающие задержание стока в замкнутых отрицательных формах рельефа. При осадках теплого периода года 537 мм, сток со склонов на водонепроницаемых участках достигает на современном этапе почти 460 мм, а на малопроницаемых – свыше 260 мм (см. табл. 2).

В табл. 3 представлен средневзвешенный сток с учетом структуры угодий, но без коэффициента редукиции. К настоящему времени он возрос в летне-осенний сезон по сравнению с серединой XIX в. более чем в 10 раз, а по сравнению с периодом исчисления нормы стока почти в 3 раза.

К современному периоду, за полтора столетия, поверхностный склоновый сток за год в бассейне реки Москвы возрос (без учета климатических изменений) в 1.76 раза, главным образом, за счет роста стока на урбанизированных площадях в теплое время года. Сравнительно небольшие изменения зимне-весеннего поверхностного склонового стока объясняются тем, что рост стока с урбанизированных территорий в значительной мере компенсировался изменениями стока на прочих угодьях, в первую очередь, связанных с изменением залесенности бассейна реки Москвы.

Практически до рек доходит только часть склонового стока, задерживаясь в различных замкнутых отрицательных формах рельефа, на участках с повышенными инфильтрационными свойствами почв. По данным [7], коэффициент редукиции весеннего склонового стока, т.е. стока, фактически достигающего реки, может быть принят в размере 0.75.

Он значительно выше с урбанизированных территорий – 0.8–0.95 **в зимне-весенний сезон**. Причем первая цифра относится к более ранним периодам и к малопроницаемым участкам, а вторая – к современному периоду, характеризующемуся более качественным устройством дорог.

Как уже отмечалось выше, **в летне-осенний сезон** сток на склонах с естественных и сельскохозяйственных угодий практически отсутствует, а коэффициент редукиции склонового стока, при добегании воды до русловой (гидрографической) сети, ниже, чем в зимне-весенний период. Он составляет на водонепроницаемых участках 0.8–0.9, а на малопроницаемых территориях – 0.4–0.45.

В итоге, с учетом коэффициентов редукиции в русловую сеть попадает следующие величины склонового стока (табл. 4.).

Таблица 4. Средневзвешенный поверхностный склоновый сток в бассейне р. Москвы, достигающий русловой сети, мм*

Показатель	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Зимне-весенний сезон	39/35	46/41	45/41	46/41	44/40
Летне-осенний сезон	2/2	5/5	16/14	33/30	9/8
Год	41/37	51/46	61/55	79/71	53/48

* В числителе – в расчете на площадь склонов, в знаменателе – в расчете на весь бассейн.

Сток с площади гидрографической сети. Согласно ряду исследователей [2, 7 и др.], коэффициент зимне-весеннего стока с гидрографической сети (преимущественного поверхностного), занимающей примерно 10% всей территории бассейна реки Москвы, составляет в среднем 0.8. Снегозапасы в гидрографической сети значительно выше, чем на склонах, за счет снега, сдуваемого с полей; они определялись суммированием собственных запасов (и осадков за период снеготаяния) и тех, которые были снесены с полей.

За величину сносимого снега в первом приближении можно считать разницу между максимальными значениями высоты снежного покрова в лесу и на полевых угодьях. Согласно [7] эта разница, по данным наблюдений на водно-балансовых станциях в данном регионе, составляет 32 мм. Вместе с собственными снегозапасами в гидрографической сети общие снегозапасы и осадки за период снеготаяния в гидрографической сети составили за период исчисления нормы стока 256 мм, или в расчете на всю площадь водосбора 26 мм. Таким образом, при коэффициенте стока 0.8 сток с площади гидрографической сети, за период исчисления нормы стока, составил около 21 мм (табл. 5).

Сток с площади гидрографической сети изменялся с течением времени за счет того, что менялась площадь, с которой ветром сносился снег. К тому же площадь гидрографической сети в городах уменьшалась в процессе освоения территорий. Наибольшее снижение стока приурочено к современному периоду.

Согласно А.И. Субботину [12], сток с гидрографической сети для Подмоскovie за летний период составляет округленно 25 мм. Условно принимаем, что сток в теплое время года с гидрографической сети практически не менялся в отдельные периоды.

Общий поверхностный сток в бассейне реки Москвы складывается из склонового стока и стока с площади гидрографической сети – табл. 6. Как видно, основные изменения поверхностного стока связаны с теплым периодом года. В итоге современный суммарный поверхностный сток реки Москвы при средних климатических условиях возрос по сравнению с серединой XIX в. в 1.4 раза, а по сравнению с периодом исчисления нормы – в 1.2 раза.

Сток инфильтрационного происхождения включает в себя сток верховодки и подземный

Таблица 5. Сток с площади гидрографической сети

Показатель	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Зимне-весенний сезон	20	22	21	18	21
Летне-осенний сезон	25	25	25	25	25
Год	45	47	46	43	46

Таблица 6. Суммарный поверхностный сток р. Москвы, мм

Показатель	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Зимне-весенний сезон	55	63	62	59	61
Летне-осенний сезон	27	30	39	55	33
Год	82	93	101	114	94

Таблица 7. Сток инфильтрационного происхождения, мм

Показатель	Середина XIX в.	Начало XX в.	1960–1980 гг.	Современный период	Период исчисления нормы стока
Зимне–весенний сезон	48	47	47	48	49
Летне–осенний сезон	39	38	37	34	37
Год	87	85	84	82	86

сток. Их величина за период исчисления нормы стока определена по разнице полного речного стока и поверхностного стока и составляет 86 мм (табл. 7), в том числе за зимне–весенний сезон – 49 мм (из которых примерно половина приходится на сток верховодки) и летне–осенний сезон – 37 мм (преимущественно подземный сток). Эти значения стока сформировались в результате инфильтрации воды в почву, которую приблизительно можно оценить по разнице осадков и поверхностного стока. За период исчисления нормы стока в зимне–весенний сезон она равна 109 мм, в летне–осенний – 504, а в среднем за год – 613 мм.

Допускаем, что изменения величины инфильтрации воды в почву в результате изменения поверхностного стока приводят к пропорциональному изменению стока инфильтрационного происхождения с обратным знаком. При этом целесообразно ориентироваться на годовой коэффициент инфильтрационного питания за период исчисления нормы стока, равный отношению этого стока к величине годовой инфильтрации (0.14) с распределением полученных годовых значений изменения стока инфильтрационного происхождения в соответствии с изменением поверхностного стока в отдельные сезоны. Так, при условном увеличении поверхностного стока за год условно на 20 мм (5 мм в зимне–весенний сезон и 15 мм в летне–осенний сезон) сток инфильтрационного происхождения снизится на 2.8 мм ($20 \text{ мм} \cdot 0.14$), в том числе по сезонам соответственно на 0.7 и 2.1 мм. Расчет, исходя из величины инфильтрации за отдельные сезоны, не учитывает того, что зна-

чительная часть стока инфильтрационного происхождения данного сезона (особенно это относится к подземному стоку) формируется за счет осадков другого сезона. Например, подземный сток в летне–осенний сезон во многом определяется величиной осадков холодного периода. По-видимому, приведенная схема расчета изменения стока инфильтрационного происхождения, основанная на использовании среднего годового коэффициента стока инфильтрационного питания, все же несколько преуменьшает изменения этого стока в зимне–весенний сезон и преувеличивает – в летне–осенний сезон. С учетом изложенного, результаты расчета стока инфильтрационного происхождения, с округлением, представлены в табл. 7. В настоящее время можно констатировать некоторое его уменьшение, обусловленное, главным образом, ростом урбанизированных территорий.

Динамика полного речного стока в бассейне реки Москвы в результате изменения характера землепользования при средних климатических условиях по сравнению с периодом исчисления нормы стока (годовой сток – 180 мм, зимне–весенний – 110 мм, летне–осенний – 70 мм) представлена в табл. 8. Изменение годового стока обусловлено, главным образом, изменениями поверхностного склонового стока в теплый период года. Они носили неоднозначный характер из-за особенностей структуры землепользования в отдельные периоды, но в последнее время наметилась тенденция к увеличению стока. Таким образом, к настоящему времени годовой сток

Таблица 8. Полный речной сток в бассейне р. Москвы и его изменения по сравнению с периодом исчисления нормы стока

Показатель	Середина XIX в.		Начало XX в.		1960–1980 гг.		Современный период	
	Сток, мм	Изменения стока, мм/%	Сток, мм	Изменения стока, мм/%	Сток, мм	Изменения стока, мм/%	Сток, мм	Изменения стока, мм/%
Зимне–весенний сезон	103	–7/–6	110	0/0	109	–1/–1	107	–3/–3
Летне–осенний сезон	66	–4/–6	68	–2/–3	76	6/9	89	19/27
Год	169	–11/–6	178	–2/–1	185	5/3	196	16/9

по сравнению с периодом исчисления нормы стока возрос на 9%, а по сравнению с серединой XIX в. – почти в 1.2 раза, что обусловлено в основном ростом урбанизированных территорий. Если отнести современное увеличение стока на счет роста урбанизированных площадей, то в условиях бассейна реки Москвы получается, что их рост на 17% по сравнению с серединой XIX в. (см. табл. 1) привел к увеличению годового стока в бассейне реки Москвы на 16% – до 196 мм, а рост этих показателей на 12% по сравнению с периодом исчисления нормы стока – до 180 мм, т.е., как отмечено выше, на 9%. Таким образом, 1% увеличения урбанизированных площадей приводит к росту годового речного стока приблизительно на 1%. В отношении водонепроницаемых площадей получается, что однопроцентное их увеличение способствует росту полного речного стока ориентировочно на 2–3%.

Есть все основания полагать, что отмечаемое в бассейне реки Москвы в последние десятилетия увеличение стока [3] обусловлено не только климатическими изменениями, но и характером землепользования.

Заключение. Выполненные расчеты позволили выявить динамику поверхностного стока, стока инфильтрационного происхождения и годового в бассейне реки Москвы за период с середины XIX столетия по настоящее время в результате изменения структуры землепользования при средних климатических условиях. Они показали, что изменения стока носили неоднозначный характер, но в последнее время выявляется тенденция увеличения годового стока за счет, главным образом, поверхностного стока со склонов в теплое время года (при снижении стока инфильтрационного происхождения), обусловленное в основном ростом урбанизированных площадей. По сравнению с серединой XIX в. современный годовой сток в бассейне реки Москвы возрос в результате изменения характера землепользования на 16%, а по сравнению с периодом исчисления нормы стока (конец XIX в. – 1950-е годы) – на 9%. В условиях бассейна реки Москвы увеличение площади урбанизированных территорий на 1% приводит к такому же росту годового речного стока, а увеличение площади водонепроницаемых участков на 1% увеличивает сток ориентировочно на 2–3%.

Выполненные расчеты носят ориентировочный характер и нуждаются в дальнейшем уточнении в отношении структуры землепользования, особенно за прошлые годы, и величин стока с отдельных угодий. Так, значения стока с лесных территорий и сельскохозяйственных угодий могут быть скор-

ректированы за счет учета показателей видового состава растительности и ее продуктивности. Требуется уточнения и изменение стока инфильтрационного происхождения. Конечно, необходим и учет гидрологических последствий климатических изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабина Ю.В.* Динамика площадей преобразованных ландшафтов несельскохозяйственного назначения в европейской части России // *Изменение природной среды России в XX веке*. М.: Молнет, 2012. С. 71–85.
2. *Басс С.В.* Внутризональные особенности весеннего поверхностного стока в лесной зоне. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 107 с.
3. *Водные ресурсы России и их использование*. СПб.: Гос. гидролог. ин-т, 2008. 600 с.
4. *Военное-статистическое обозрение Российской империи*. Т. 6. Ч. 1. Московская губерния. СПб.: Изд-во Департамента генерального штаба, 1853. 306 с.
5. *Воскресенский К.П.* Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 548 с.
6. *Грин А.М.* Динамика водного баланса Центрально-Черноземного района. М.: Наука, 1965. 148 с.
7. *Коронкевич Н.И.* Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения. М.: Наука, 1990. 205 с.
8. *Курбатова А.С.* Ландшафтно-экологические основы формирования градостроительных структур / Отв. ред. В.Н. Башкин. М.–Смоленск: Маджента, 2004. 400 с.
9. *Львович М.И.* Вода и жизнь / Водные ресурсы, их преобразование и охрана. М.: Мысль, 1986. 254 с.
10. *Населенные местности Московской губернии*. Приложение к памятной книжке Московской губернии на 1912 г. / Под ред. Б.Н. Лейкина. М.: Изд-во Моск. столичного и Губерн. статист. комитета, 1911. 455 с.
11. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. Минстрой России. М.: ГУП ЦПП, 1996 г.
12. *Субботин А.И.* Сток талых и дождевых вод (по экспериментальным данным). М.: Гидрометеоиздат, 1966. 376 с.
13. *Субботин А.И., Дыгало В.С.* Экспериментальные гидрологические исследования в бассейне реки Москвы. М.: Гидрометеоиздат, 1991. 264 с.
14. *Справочник по населенным местам Московской губернии*. По материалам Всесоюзной переписи населения 1926. М.: Изд. Моск. статистич. отдела, 1929. 613 с.

15. Статистический справочник города Москвы и Московской губернии 1927 год. М.: Изд. Моск. статистич. отдела, 1928. 282 с.
16. Коммунальное хозяйство СССР к концу первой пятилетки // Сб. статист. мат-лов за 1927/28–31 гг. в сопоставлении с дореволюционными). М.: Статистическое управление народно-хозяйственного учета Госплана СССР. Сектор учета городского хозяйства, 1933. 135 с.
17. Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 212 с.
18. Черногаева Г.М. Гидрологическая роль урбанизации (на примере г. Москвы) / Г.М. Черногаева // Вопр. географии. 1976. Вып. 102. С. 179–184.
19. Черногаева Г.М., Львович М.И. Изменение водного баланса территории под влиянием урбанизации / Проблемы гидрологии. М.: Наука, 1978, С. 43–52.

Hydrological Consequences of Land Use Change in the Basin of the Moscow River

N.I. Koronkevich, K.S. Melnik

*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
e-mail: hydro-igras@yandex.ru, konsmelnik@gmail.com*

The assessment of the hydrological consequences of landscape changes in the basin of the Moscow River since the mid-19th century to the present day is attempted. The surface slope runoff and the total surface runoff in the basin of the Moscow River with account of the runoff with an area of the hydrographic network were calculated on the basis of the water-balance stations data. The estimation of changes in runoff of infiltration origin and the total river runoff is given.

Keywords: land use, hydrological consequences, surface slope runoff, runoff with an area of the hydrographic network, runoff of infiltration origin, total annual river runoff.

doi: 10.15356/0373-2444-2015-5-38-45