

УДК 631.63:556.5

А. Е. Бондар

*Институт водных проблем и мелиорации НААН Украины, Киев***АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК
ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН УКРАИНЫ**

Рассмотрено современное состояние хозяйственного воздействия на речной сток лесостепной и степной зон Украины. Приведены основные хозяйственные мероприятия и проанализировано их влияние на количественные характеристики речного стока.

Ключевые слова: влияние, хозяйственная деятельность, количественные изменения, речной сток.

Водные ресурсы рек выступают в качестве важного фактора размещения производительных сил социально-экономического развития общества и водного хозяйства в будущем, особенно в районах, недостаточно обеспеченных водой.

В последние годы наблюдается ухудшение экологического состояния речных сетей. Значительную роль в этом играют антропогенная нагрузка на водные экосистемы и изменения климатических условий за последние десятилетия XXI века.

Любой вид хозяйственной деятельности человека, который проводится в значительных масштабах в речных бассейнах, поймах и руслах, представляет собой вмешательство в водный режим реки, что в свою очередь вызывает коренные изменения ее водности. Между тем целенаправленная, научно обоснованная хозяйственная деятельность позволяет увеличить водообеспеченность территории, улучшить водный режим рек, увеличить пропускную способность речных русел и пойм и тем самым снизить риски экономических убытков государству в результате водохозяйственного освоения речных бассейнов [2].

К концу XVIII века в основном были распаханы луговые степи лесостепной зоны и начиналось земледельческое освоение степных ландшафтов Украины. Данное освоение сопровождалось возведением естественной растительности, что в свою очередь привело к уменьшению увлажненности почв лесостепи и высыханию степей. Так, со второй половины XIX века в степной зоне Украины наблюдаются засухи, пыльные бури, ветровая эрозия и другое [4].

Хозяйственное влияние на ландшафты лесостепной и степной зон Украины является преобладающим и именно им обусловлены коренные

преобразования природных условий. На месте данных ландшафтов в процессе сельскохозяйственного природопользования сформировались агроландшафтные комплексы (естественноземледельческие, мелиоративные, пастбищные). На сельскохозяйственное пользование приходится почти 80 % земельного фонда Украины: лесостепные, степные агроландшафты распаханы на 70–80 %. Хозяйственное освоение земель с крутыми склонами, необоснованные агротехнические приемы способствовали образованию оврагов, высыханию малых рек, заилению озер, снижению уровня грунтовых вод.

На землях, недостаточно обеспеченных водными ресурсами, развивается водная и ветровая эрозия, которая сопровождается смывом гумуса горизонта, выдуванием, засыпкой озимых культур, садов, виноградников, лесополос, каналов, дорог. Водная эрозия сейчас проявляется на площади около 15 млн га. Ежегодно до 4 тыс. га земель разрушается оврагами. В степных ландшафтах из-за экстенсивной технологии земледелия потери гумуса за последние 30 лет составляют 1,7–2,7 % в пахотном слое [1].

На территории лесостепной и степной зон Украины одними из основных видов хозяйственной деятельности являются русловое регулирование стока (строительство и эксплуатация прудов и водохранилищ), земледелие (агролесотехнические мероприятия), урбанизация территорий и оросительные мелиорации, водозаборы и сбросы сточных вод, а также внутрибассейновые переброски стока.

Русловое регулирования является наиболее распространенным и эффективным способом устранения дефицита водных ресурсов в маловодные годы и лимитирующие периоды. Регулирование речного стока искусственными водоемами осуществляется

не только для гидроэнергетики, но и удовлетворяет потребности населения, а также промышленности и сельского хозяйства, поскольку все эти пользователи заинтересованы в повышении межечного стока рек, который при строительстве искусственных водоемов увеличивается в несколько раз.

Создание и эксплуатация искусственных водоемов не только изменяют природные комплексы, но и влияют на состояние природной среды регионов. Так, водохранилищами Днепровского каскада затоплено около 690 тыс. га земель и 30 % их площади представляют собой мелководье с глубинами до 2 м. Это приводит к потере сельскохозяйственных угодий, влияет на экологические условия водохранилищ (изменяется их гидрохимический и тепловой режимы, в них поселяются сине-зеленые водоросли, которые забирают из воды кислород, что ведет к гибели рыбы) и прилегающих к ним территорий (повышение грунтовых вод вызывает засоление земель в степных районах) [6].

В связи с этим надежная количественная оценка влияния регулирования речного стока занимает ведущее место в исследованиях изменения водных ресурсов в результате хозяйственной деятельности.

Для оценки влияния имеющихся прудов и водохранилищ, а также находящихся на стадии проекта разработаны схемы расчета, учитывающие дополнительные потери воды в бассейне реки в результате изменения суммарного испарения и аккумуляцию воды в чаше водохранилищ (прудов) и в подземных горизонтах за счет потерь воды на фильтрацию [13].

В связи с интенсивным развитием сельского хозяйства на речных водосборах лесостепных и степных районов выполняется широкий комплекс мероприятий, которые направлены на улучшение выращивания сельскохозяйственных культур и повышение их урожайности. В этот комплекс входят различного вида агротехнические мероприятия (зяблевая и противоэрозионная вспашка, снегозадержание, внедрение севооборотов, внесение удобрений, борьба с сорняками и т. п.) и защита полей от водной и ветровой эрозии (лесополосы).

Агролесотехническими мероприятиями охвачено практически все эродированные земли, созданы полезащитные, прирусные и приовражные лесополосы, залеснены склоны пастбищ, горные и возвышенные склоны, проведено сплошное и кулисное облесение песков, территорий вдоль каналов, вокруг водоемов [3].

Оценка влияния агротехнических мероприятий на речной сток базируется главным образом на материалах экспериментальных исследований, и выводы относительно таковых единодушно свидетельствуют о значительном (хотя и разном в количественном отношении) снижении средних значений поверхностного стока весеннего паводка.

В целом увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в несколько раз не приведет к существенному увеличению суммарного испарения и к истощению рек даже в районах интенсивного сельскохозяйственного производства [5; 11].

Влияние урбанизации на водные ресурсы и гидрологический режим рек лесостепных и степных территорий очень разнообразное. Во-первых, оно проявляется в непосредственных заборах воды из рек и, как следствие, сбросах использованных сточных вод, а во-вторых, это влияние связано с изменением условий формирования речного стока в результате строительства на водосборах промышленных объектов и крупных водозаборов подземных вод, а также с увеличением площади дорог с твердым покрытием в пределах речного бассейна.

Промышленно-коммунальное водопотребление характеризуется тем, что большая часть воды, которая используется промышленностью в технологических процессах и в коммунальном хозяйстве, возвращается назад в виде возвращенных вод. При этом меняются количественные и качественные характеристики. Такое потребление является основной причиной возникновения проблемы обеспечения человечества чистой водой.

В количественном отношении воздействие водопотребления в условиях урбанизированных территорий на гидрологический режим больших рек незначительно и не может существенно сказаться на их водных ресурсах в отличие от средних и малых речных бассейнов.

Урбанизация территорий с каждым годом все более влияет на окружающую среду, внося существенные изменения в природный влагооборот, количество и качество воды. Сток с урбанизированных территорий в количественном и качественном отношении резко отличается от стока из природных водосборов. Различия в той или иной степени касаются объема годового стока, величин максимальных и минимальных расходов воды, а также соотношения между поверхностной и подземной составляющими речного стока.

Так, например, годовой сток с урбанизированных территорий по сравнению с природными условиями может быть больше на 5–15 % за счет

некоторого увеличения осадков в городах и больших коэффициентах стока, а также меньших потерях на инфильтрацию.

В связи с интенсивным ростом городского строительства комплексные исследования гидрологических аспектов урбанизации представляют собой одну из важных сторон проблемы преобразования водного режима и водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности [7; 9].

Орошения и инженерно-технические мероприятия, которые его обеспечивают, в той или иной степени тоже влияют на гидрологический цикл и водные ресурсы. Строительство крупных орошаемых массивов в аридных районах приводит к частичным изменениям регионального климата территории и перераспределению во времени и пространстве многих элементов водного, теплового и солевого балансов, продуктивного и непродуктивного испарения, склонного стока, температуры, влажности и т. п., которые происходят не только на орошаемых массивах, но и на прилегающих к нему территориях. Все эти процессы отражаются на изменениях различных гидрологических характеристик рек [10].

При оценке количественных изменений речного стока под влиянием оросительных мелиораций, наряду с объемом водопользования, большое значение имеет величина возвращенных вод, которая определяется в % от водозабора. Надежная оценка возвращенных вод имеет решающее значение при перспективном планировании использования водных ресурсов в районах орошаемого земледелия. Выполнить данную оценку очень сложно, поскольку величина возвращенных вод зависит от коэффициента полезного действия оросительной системы и расположение ее относительно водоприемника, метеорологических условий, объема водоподачи, способа полива и многих других факторов. В зависимости от соотношения перечисленных факторов, величины возвращенных вод для различных оросительных систем колеблются в очень больших пределах [12].

Необходимо также отметить, что при орошении проявляются сопутствующие неблагоприятные процессы (поднятие легкорастворимых солей, просадки, подтопления).

Исходя из условий и особенностей формирования речного стока и его хозяйственного использования в бассейнах рек лесостепной и степной зон, наиболее действительными являются методы оценки, основанные на выявлении изменений элементов водного баланса, а также на восстановлении

естественного речного стока в зависимости от основных факторов за периоды до и после хозяйственной деятельности.

Для гидрологических расчетов по оценке и учета влияния хозяйственной деятельности должны использоваться существующие материалы гидрометеорологических наблюдений. Применение вышеупомянутых методов возможно при наличии таких материалов при условии, что современный уровень хозяйственного освоения в бассейнах малых и средних рек не влияет на изменения основных факторов. При оценке влияния хозяйственной деятельности с помощью водобалансовых методов такие допущения позволят приравнять изменения полного речного стока за нарушенный период изменения испарения, которые состоят из дополнительного испарения с различных, искусственно созданных человеком видов агроландшафтов, то есть:

$$\Delta Y_{\text{реч}} = Y_{\text{нов}} + Y_{\text{подз}} - \Delta Z,$$

где $\Delta Y_{\text{реч}}$ – речной сток;

$Y_{\text{нов}}$ – поверхностный сток;

$Y_{\text{подз}}$ – подземный сток;

ΔZ – изменения испарения.

Исходя из этого уравнения, количественная оценка влияния хозяйственной деятельности на речной сток может быть определена двумя независимыми друг от друга способами – дифференциальным и интегральным. В первом случае определяют величины изменения испарения ($\Delta Z = \Delta Z_1 + \Delta Z_2 + \dots + \Delta Z_n$) под влиянием отдельных видов хозяйственной деятельности: агролесомелиоративные мероприятия (ΔZ_1), орошение (ΔZ_2) и так далее. В противном случае определяют величину изменения полного речного стока за счет изменений поверхностных и подземных его составляющих, считая, что характер хозяйственной деятельности в бассейнах рек влияет на их изменения. Величина изменения полного речного стока, а также начало его изменения под влиянием комплекса факторов хозяйственной деятельности может быть приближенно определена по графику интегральных кривых поверхностного и подземного стоков [8; 14].

Изученность проблемы оценки воздействия хозяйственной деятельности на водный режим в целом все еще недостаточна для надежных расчетов прогнозирования всех его изменений в различных физико-географических условиях. Выводы исследований влияния тех или иных факторов хозяйственной деятельности, выполненные разными

авторами, нередко довольно противоречивы и не всегда могут быть объяснены физически с точки зрения общих закономерностей формирования речного стока.

Результаты оценки влияния комплекса факторов хозяйственной деятельности на речной сток для бассейнов рек, расположенных в разных природных зонах, позволяют сделать вывод о том, что потери речного стока подчиняются закону географической зональности и зависят от физико-географического расположения бассейнов и уровня хозяйственного освоения на них.

Необходимо отметить, что оценке воздействия хозяйственной деятельности на водные ресурсы мешает отсутствие надежных сведений о водопотреблении и особенно по водоотведению различных отраслей экономики.

Выполненный анализ позволяет наметить основные направления исследований влияния хозяйственной деятельности на водность рек лесостепной и степной зон Украины:

1. В первую очередь должны быть выполнены исследования по объективной современной и перспективной оценке изменения речного стока и гидрологического режима под влиянием различных видов хозяйственной деятельности в годы с разной водностью. Эти исследования должны быть основаны на широком использовании материалов фактических наблюдений за многолетний период. Одновременно должны проводиться исследования динамики качества воды в реках. Результаты таких оценок являются основой в планировании водохозяйственных мероприятий, которые направлены на устранение количественного и качественного истощения водных ресурсов.

2. В связи с крайне неравномерным распределением стока во времени на территории и лесостепной, и степной зон и несоответствия данного распределения с размещением населения, промышленности и сельского хозяйства, перераспределение водных ресурсов становится объективной необходимостью и в настоящее время, и на перспективу, а также является наиболее реальным способом для устранения дефицита воды, который возникает на таких территориях.

3. Вопрос истощения рек и изменения их гидрологического режима под влиянием хозяйственной деятельности, а также оптимального регулирования и управления водными ресурсами территорий, не в достаточной мере обеспеченных водой, являются логическим продолжением исследований по проблеме влияния человека на водные ресурсы.

Поэтому первостепенное значение приобретает разработка теоретических вопросов влияния хозяйственной деятельности на гидрологический режим рек различных природных зон с помощью использования современных ГИС-технологий, спутниковых данных, а также математического моделирования трансформации гидрометеорологических процессов за последние десятилетия для объективной оценки изменения водности рек под влиянием комплекса хозяйственной деятельности и глобальных изменений климата.



1. Балюк С. А., Ромащенко М. И., Стишки В. А. Научные основы охраны и рационального использования орошаемых земель Украины. К.: Аграрная наука, 2009. 624 с.

2. Бондарь Е. Влияние хозяйственной деятельности на водные ресурсы // *Materiały międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji*. Vol. 9: Ekologia. Geografia i Geologia. Rolnictwo. Weterynaria. Przemysł. Nauka i studia, 2014. S. 34–36.

3. Бочков А. П. Влияние агротехнических и лесомелиоративных мероприятий на сток рек лесостепных и степных районов // *Труды ГГИ*. 1965. Вып. 127. С. 10–81.

4. Вишневецкий В. И. Река Днепр. К.: Интерпресс ЛТД, 2011. 384 с.

5. Водогрецкий В. Е. Оценка влияния агротехнических мероприятий на сезонный сток рек // *Труды ГГИ*. 1981. Вып. 273. С. 3–8.

6. Водогрецкий В. Е., Голфаст Г. В. Учет влияния малых искусственных водоемов на весенний сток // *Труды ГГИ*. 1986. Вып. 324. С. 52–58.

7. Кордюм А. Б. Оценка изменений нормы речного поверхностного стока в условиях хозяйственной деятельности // *Вестник аграрной науки*. 2006. № 7. С. 48–51.

8. Кордюм А. Б. Методологические проблемы количественной оценки изменений нормы речного стока под влиянием антропогенной деятельности человека в современных условиях // *Гидрология, гидрохимия и гидроэкология*. К.: БГЛ «Горизонты», 2006. Т. 10. С. 42–48.

9. Курьянов В. В. Гидрологические аспекты урбанизации: Гидрология городов и урбанизированных территорий. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 184 с.

10. Лобода Н. С. Расчет и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного воздействия. Одесса: Экология, 2005. 208 с.

11. Методические рекомендации по оценке и учету влияния агролесомелиоративных мероприятий на годовую сток в гидрологический расчетах. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 88 с.

12. Харченко С. И. Гидрология орошаемых земель. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 246 с.

13. Шикломанов И. А., Веретенникова М. Оценка изменений годового стока рек СССР под влиянием водохранилищ // *Труды ГГИ*. 1978. Вып. 239. С. 65–80.

14. Шикломанов И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 335 с.

1. Balyuk S. A., Romashchenko M. I., Stishki V. A. Nauchnye osnovy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya oroshaemykh zemel' Ukrainy, K.: Agrarnaya nauka, 2009, 624 p.
2. Bondar' E. Vliyanie khozyaistvennoi deyatel'nosti na vodnye resursy, *Materialy mezhdunarodovoy naukovi-praktycznej konferencii*. Vol. 9: Ekologia. Geografia i Geologia. Rolnictwo. Weterynaria, Przemysl. Nauka i studia, 2014, pp. 34–36.
3. Bochkov A. P. Vliyanie agrotekhnicheskikh i lesomeliorativnykh meropriyatiy na stok rek lesostepnykh i stepnykh raionov, *Trudy GGI*, 1965, vyp. 127, pp. 10–81.
4. Vishnevskii V. I. Reka Dnepr, K.: Interpress LTD, 2011, 384 p.
5. Vodogretskii V. E. Otsenka vliyaniya agrotekhnicheskii meropriyatiy na sezonnyi stok rek, *Trudy GGI*, 1981, vyp. 273, pp. 3–8.
6. Vodogretskii V. E., Golfast G. V. Uchet vliyaniya malyykh iskusstvennykh vodoemov na vesennii stok, *trudy GGI*, 1986, vyp. 324, pp. 52–58.
7. Kordyum A. B. Otsenka izmenenii normy rechnogo po-verkhnostnogo stoka v usloviyakh khozyaistvennoi deyatel'nosti, *Vestnik agrarnoi nauki*, 2006, No. 7, pp. 48–51.
8. Kordyum A. B. Metodologicheskie problemy kolichestvennoi otsenki izmenenii normy rechnogo stoka pod vliyaniem antropogennoi deyatel'nosti cheloveka v sovremennykh usloviyakh, *Gidrologiya, gidrokimiya i gidroekologiya*, K.: BGL «Gorizonty», 2006, t. 10, pp. 42–48.
9. Kupriyanov V. V. Gidrologicheskie aspekty urbanizatsii: Gidrologiya gorodov i urbanizirovannykh territorii, L.: Gidrometeoizdat, 1977, 184 p.
10. Loboda N. S. Raschet i obobshcheniya kharakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviyakh antropogenno gozdeistviya, Odessa: Ekologiya, 2005, 208 p.
11. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke i uchetu vliyaniya agrolesomeliorativnykh meropriyatiy na godovoi stok v gidrologicheskii raschetakh, L.: Gidrometeoizdat, 1976, 88 p.
12. Kharchenko S. I. Gidrologiya oroshaemykh zemel', L.: Gidrometeoizdat, 1975, 246 p.
13. Shiklomanov I. A., Veretennikova M. Otsenka izmenenii godovogo stoka rek SSSR pod vliyaniem vodokhranilishch, *Trudy GGI*, 1978, vyp. 239, pp. 65–80.
14. Shiklomanov I. A. Vliyanie khozyaistvennoi deyatel'nosti na rechnoi stok, L.: Gidrometeoizdat, 1989, 335 p.

UDK 631.63:556.5

A. E. Bondar

Institute of water problems and land reclamation of NAAS of Ukraine, Kyiv

**ANALYSIS OF EFFECTS OF MANAGEMENT ON QUANTITATIVE CHANGES
OF RIVER FLOW STEPPE ZONES OF UKRAINE**

The article discusses modern condition of the economic impact on the river flow in forest steppe and steppe zones of Ukraine. The main types of economic activities on river catchments and analyzed their impact on river flow of this natural areas was listed.

Keywords: impact, economic activity, quantitative changes, river flow.