



УДК: 551.435.13

DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-1-104-112

Многолетние изменения гидравлических характеристик рек бассейна Припяти и современные проблемы малых рек

С.В. Будник

Центральная геофизическая обсерватория имени Бориса Срезневского,
Украина, 03028, г. Киев, Проспект Науки, 39
E-mail: svetlana_budnik@ukr.net

Аннотация. Исследования, проведенные на основе многолетних материалов измерения расходов воды на гидрометрических створах гидрометслужбы, показали, что, на одних реках средняя глубина растет, а на других – циклически колеблется с общей тенденцией к уменьшению, ширина потока воды и уровень выхода воды на пойму также постоянно изменяются. В сложившихся природно-климатических условиях радикальные меры по регулированию эрозионно-аккумулятивных процессов в реке (а приверженцы этих мер иногда и не подозревают, что именно это пытаются контролировать) не могут быть эффективными ни с экологической, ни с финансовой точки зрения. Здесь целесообразно проводить контроль источников поступления наносов в реки с водосборов и следить за изменением водности самой реки.

Ключевые слова: малые реки, глубина воды, скорость движения воды, многолетние изменения, расчистка русел рек, бассейн реки Припять.

Для цитирования: Будник С.В. 2020. Многолетние изменения гидравлических характеристик рек бассейна Припяти и современные проблемы малых рек. Региональные геосистемы, 44(1): 104–112. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-1-104-112

Long-term changes in the hydraulic characteristics of the Pripjat basins and modern problems of small rivers

Svetlana V. Budnik

Central geophysical observatory named after Boris Sreznevsky,
39 Prospect Nauki, Kiev, 03028, Ukraine
E-mail: svetlana_budnik@ukr.net

Abstract. These issues have not lost their relevance, since the provision of the population and the national economy with high-quality and fully-fledged water resources comes to the forefront of any administrative structure of the country. Of particular concern is the drying up and siltation of rivers. Studies based on long-term materials for measuring water discharge at hydrometric gauges of the hydrometeorological service have shown that, in some rivers, the average depth increases, while in others it cyclically fluctuates with a general tendency to decrease, the width of the water flow and the level of water outlet to the floodplain also constantly change. The study showed that under the prevailing climatic conditions, radical measures to regulate the erosion-accumulative processes in the river can not be effective from either an environmental or financial point of view. It is advisable to control the sources of sediment in rivers from catchments and monitor the change in water content of the river itself.

Keywords: small rivers, water depth, speed of water movement, long-term changes, clearing of river channels, Pripjat river basin.

For citation: Budnik S.V. 2020. Long-term changes in the hydraulic characteristics of the Pripjat basins and modern problems of small rivers. Regional Geosystems, 44(1): 104–112. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-1-104-112



Введение

Проблемы малых рек не новы [Методические рекомендации..., 1986, 1991; Ткачев, Булатов, 2002; Рыжиков, 2009]. Вопросы, с ними связанные (проблемы загрязнения рек агрохимикатами и стоками различных производств, заилении рек, зарастания, пересыхания и т.п.), периодически поднимались и обсуждаются постоянно. В настоящее время эти вопросы не утратили своей актуальности, поскольку обеспечение населения и народного хозяйства качественными и в полном объеме водными ресурсами выходит на первый план любой административной структуры страны, будь то сельское поселение или большой город. Особую обеспокоенность вызывает пересыхание и заиление рек. В некоторых областях страны (Винницкая, Днепропетровская и др.) уже закупаются земснаряды для расчистки русел рек, в интернете предлагаются услуги по расчистке русел, и кое-где работы уже проводятся в рамках экологических мероприятий по возрождению малых рек.

Что же на самом деле происходит с нашими реками, и насколько адекватны в сложившейся ситуации применяемые меры? Однозначной оценки мероприятий по расчистке рек нет, доводилось слышать разные мнения [Сметанин и др., 2010; СТО ФГБУ «ГГИ», 2012]. Практика показывает, что это расчищение рек – временная мера, и в течение какого-то периода река вновь засорится наносами. И этот процесс соответствует понятиям эрозионно-аккумулятивной деятельности рек [Кондратьев и др. 1982; Попов, 2012]. Деформации русел рек и пойм происходят постоянно под влиянием природных и антропогенных факторов [Беркович и др., 2017]. Определяющими природными факторами деформаций русел и пойм рек являются сток воды и наносов и особенности строения речных долин [Методические рекомендации УГКС, 1981]. Среди антропогенных факторов, приводящих к значительным деформациям русел и пойм, называют: русловые карьеры и плотины, большое количество мест водоотбора и сброса воды по длине реки и т.п. Следствиями хозяйственной деятельности в русле реки могут быть падение уровней воды в реке, увеличение уклонов водной поверхности, рост скоростей потока, увеличение расходов влекомых и донных наносов, снижение отметок дна, внезапное изменение планового положения русла на пойме, снижение положения депрессионных кривых в толще склоновых и пойменных террас, активизация оползневых явлений [Рекомендации по прогнозу..., 1988]. В результате этих процессов наблюдается разрушение или снижение устойчивости сооружений в руслах и на пойме, обсыхание корневой системы растений на пойме, разрушение рыбных нерестилищ и ям зимования рыб, понижение дебита скважин, колодцев и уровней воды в них и т.п. [Рекомендации по прогнозу..., 1988].

Реки, являющиеся результатом сложного взаимодействия атмосферных осадков, подстилающей поверхности и толщи почво-грунтов, с изменением последних также меняются, развиваются, «стареют» и появляются вновь, пробивая себе русло в новом месте. Такие явления, как заиление или зарастание рек, происходят как под действием природных факторов, так и антропогенных. Изменение климата приводит к увеличению количества дождей с осадками более 10 мм и общему увеличению эрозионного потенциала дождей [Budnik, 2019]. Увеличение температуры воздуха уменьшает продолжительность и устойчивость ледовых образований на реках, способствуя развитию водной растительности, увеличивает продолжительность нахождения растений в руслах, способствует продвижению зарастания русел по длине реки и т.п. Считается, что повышение температуры воды в реках до 8 °С является условием начала зарастания рек [Барышников, 1990; Антроповский, 1999]. Критическим условием зарастания рек также является площадь водосбора реки более 25 000 км² [Кондратьев и др., 1982]. Установлено, что в естественных условиях зарастание русла, как правило, вызывает существенное увеличение гидравлических сопротивлений [Векшина, 2010], т.е. растительность оказывает тормозящее воздействие на поток воды, что может вызвать подпор уровней воды и создать условия для осаждения взвешенных наносов.



В связи с вышесказанным, автором предпринята попытка ответить на вопросы: что происходит с руслами рек под влиянием наблюдающихся изменений климата и водности рек и какие характеристики и параметры адекватно отображают происходящие изменения.

Объект и методы исследования

Исследование [Будник, 2018] по изменению водности рек бассейнов Припяти и Западного Буга показало, что она имеет разную направленность хода во времени: на большей части территории она увеличивается, а на меньшей – уменьшается. Сток наносов уменьшается по всей рассматриваемой территории. Количество выпадающих осадков и температура воздуха на рассматриваемой территории увеличиваются, растет во времени и испарение с водной поверхности.

Что же происходит с руслами рек под влиянием наблюдающихся изменений климата и водности рек? Какие характеристики и параметры адекватно отображают происходящие изменения?

Комплексной характеристикой водного режима реки, которая учитывает и ее руслоформирование, является кривая расходов воды [Огиевский, 1932; Синиченко, 2003; Двинских и др., 2012 и др.]. Отклонение точек вправо от однозначной кривой свободного русла означает размыв русла, а влево – заиление, разбрасывание точек – чередование намывов и размывов. Наиболее значимые отклонения кривых расходов должны наблюдаться при росте (или убыли) мощности потока от года в год [Двинских и др., 2012]. На направление и динамику руслоформирования влияют огромное количество факторов, таких как уклон участка реки, рельеф, лесистость, распаханность, динамика водности, гидротехнические сооружения, неотектонические движения и т.д. Отмечается, что общей чертой для большинства рек является наличие некоторого снижения скорости врезания или увеличение скорости заиления в период с 1970 по 1980 гг., что связывают с заборами воды на заполнение большого количества прудов, построенных в этот период, и, как следствие, с уменьшением водности в период половодья [Gostner, 2012; Лебедева и др., 2013; Меркулова, Павлюк, 2018].

Для исследований использованы материалы по измеренным расходам воды в гидрометрических створах водомерных постов гидрометслужбы на реках бассейна Припяти. Проследить изменение параметров русел по этим материалам нам удалось, только начиная с 1953 года, поскольку до этого развернутые характеристики по измерениям расходов воды не публиковались, да и ряд постов были открыты позже. Зарастание русел рек на исследуемой территории наблюдалось и наблюдается не повсеместно (см. табл.).

Даты начала и конца зарастания рек бассейна реки Припять
Dates of the beginning and end of overgrowing of the rivers of the Pripyat river basin

Река – пункт наблюдений	Расстояние от истока	1939*		1950*		1970*		1980		2000		2015	
		н	к	н	к	н	к	н	к	н	к	н	к
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Припять – Речица	84	–	–	–	–	21,05	31,11	25,04	28,12	5,05	24,12	15,04	14,10
Припять – Любязь	157	–	–	–	–	нет	нет	18,04	31,12	3,05	31,12	9,05	5,11
Выжевка – Руда	10	–	–	–	–	30,04	11,12	4,04	31,12	8,02	21,12	3,01	30,12
Выжевка – Старая Выжевка	44	–	–	16,05	18,11	30,04	15,12	4,04	31,12	11,05	24,11	14,01	30,12
Турья – Ягодное	57	–	–	14,05	18,12	9,05	15,12	3,04	31,12	6,02	31,12	1,03	30,12



Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Уж – Коростень	84	нет	нет	26,06	28,08	нет	нет	нет	нет	25,05	22,12	19,05	19,11
Уж – Полесское	169	–	–	–	–	нет	нет	нет	нет	–	–	–	–
Жерев Вязовка	78	–	–	зараст	–	21,06	30,10	нет	нет	–	–	–	–
Норин – Лукишки	40	нет	нет	зараст	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Норин – Славенщина	79	–	–	–	–	нет	нет	нет	нет	1,06	15,10	21,05	13,10
Грезля – Ур.Брод	28	–	–	–	–	нет	нет	нет	нет	–	–	–	–
Илья – Лубянка	32	–	–	–	–	21,06	9,11	нет	нет	–	–	–	–

Примечание: н – начало зарастания, к – конец развития водной растительности, нет – не заросло, – нет информации, в зимние месяцы – трава на дне; * – из таблиц по измеренным расходам воды.

Оно происходило постепенно с изменением водности потока и температуры воды. На части рек зарастание русел в летне-осенний период перешло в круглогодичное присутствие травы в руслах, в зимний период – часто на дне русел (реки Выжевка, Иква и др.). На других реках трава начала появляться недавно, а некоторые участки рек не зарастают вообще. То есть однозначно назвать причиной заиления рек их зарастание водной растительностью нельзя.

Результаты и обсуждение

Исследования, проведенные на основе многолетних материалов измерения расходов воды на гидрометрических створах гидрометслужбы, показали, что на одних реках средняя глубина растет, а на других – циклически колеблется с общей тенденцией к уменьшению (рис. 1). Средняя скорость в них, соответственно, падает и растет (рис. 2). Ширина потока воды и уровень выхода воды на пойму также постоянно изменяются (рис. 3).

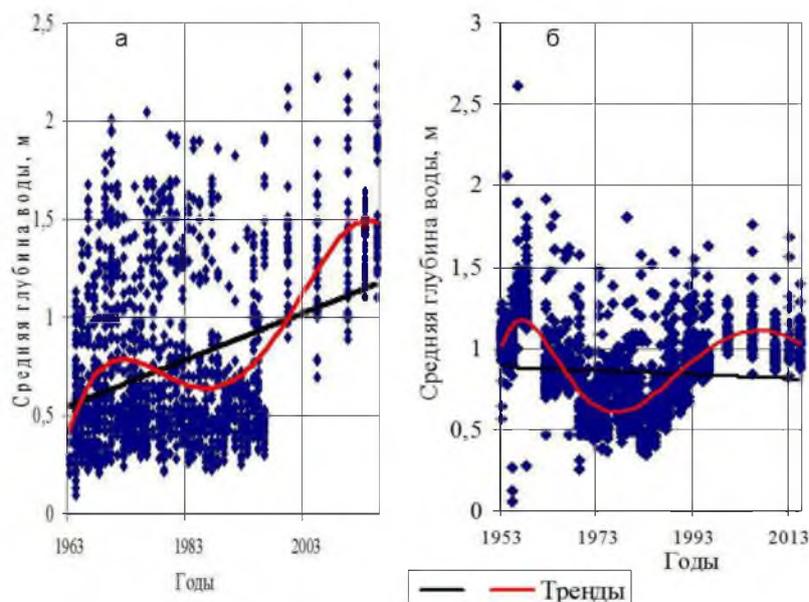


Рис. 1. Изменение средней глубины воды в гидрометрических створах водомерных постов на реках а) Норин – п. Славенщина; б) Иква – п. Великие Млыновцы за многолетний период
 Fig. 1. Change in the average depth of water in the hydrometric gauges of the gauging stations on the rivers а) Norin – the village of Slavenschina; б) Ikva – the village of Velikiye Mlynovtsy over a long period of time

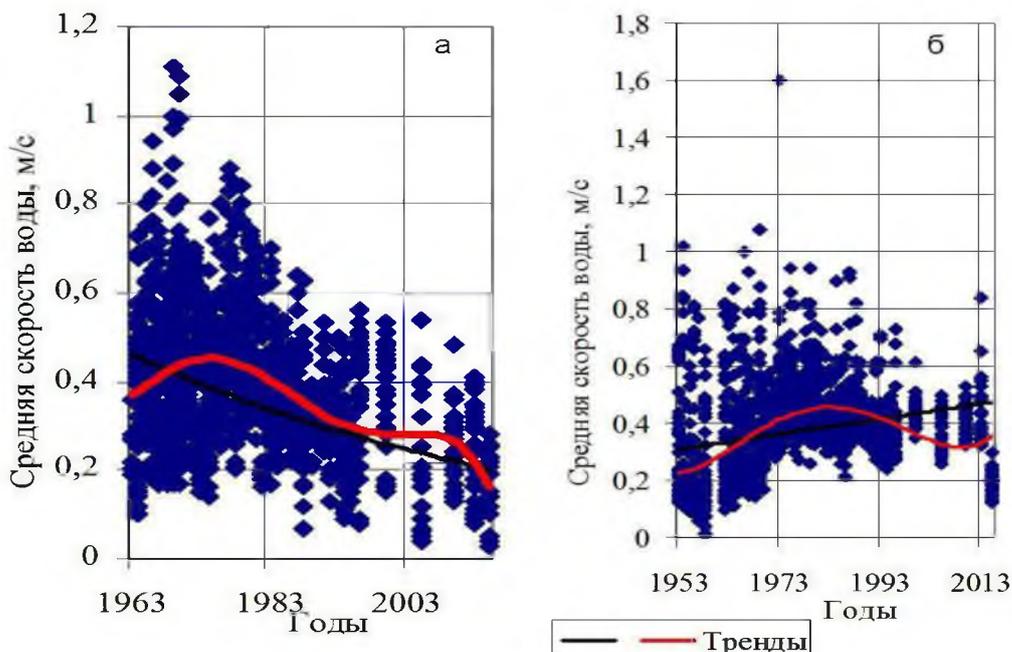


Рис. 2. Изменение средней скорости движения воды в гидрометрических створах водомерных постов на реках а) Норин – п. Славенщина и б) Иква – п. Великие Млыновцы за многолетний период

Fig. 2. Change in the average speed of water movement in the hydrometric gauges of gauging stations on the rivers a) Norin – the v. Slavshenka and b) Ikva – the v. Veliky Mlynovtsy over a long period of time

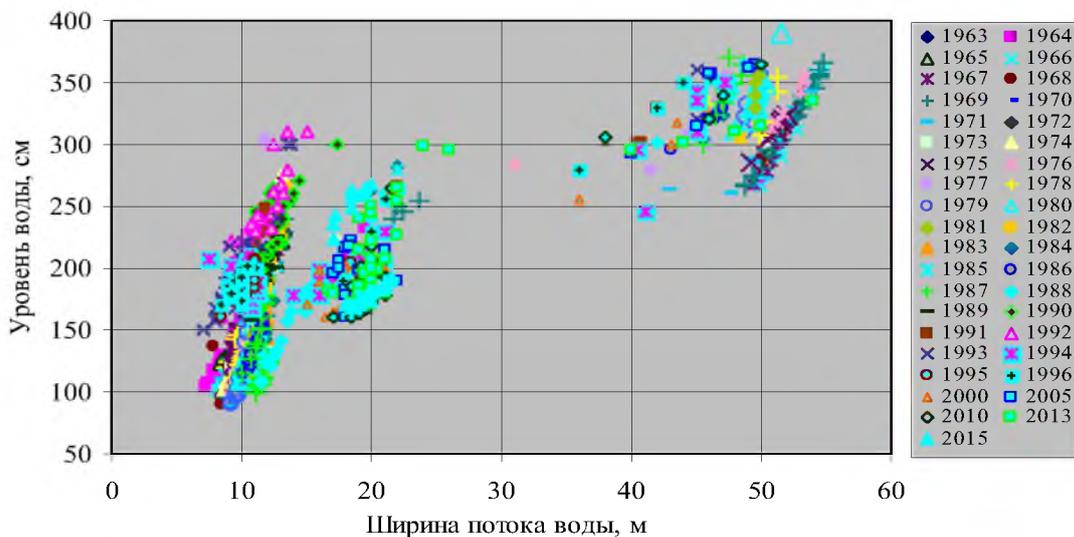


Рис. 3. Изменение ширины потока воды при изменении уровня воды в реке Норин – с. Славенщина за весь период наблюдений (знаками обозначены наблюдения разных лет)
 Fig. 3. Change in the width of the water flow with a change in the water level in the Noreen River – the village of Slavenschina for the entire observation period (signs indicate observations of different years)

Это связано с влиянием происходящих в русле деформаций из-за изменения водности при прохождении паводков, переноса створа измерений на несколько метров, зарастания русла, подпора от расположенных ниже шлюзов мелиоративных систем или прудов и т. п. Циклическое изменение глубины воды в русле реки по створу поста за длительный промежуток времени, скорее всего, свидетельствует о прохождении определенных стадий русловых макроформ по длине русла.



В реках, в которых с течением времени начинает преобладать грунтовое питание и где в пределах створов уровни грунтовых вод растут со временем, средние глубины уменьшаются, а скорость воды растёт. Там же, где уровни грунтовых вод уменьшаются и начинает увеличиваться поверхностная составляющая стока, – глубины воды в реках увеличиваются, а скорости уменьшаются. При этом во всех случаях сток наносов уменьшается [Hawley et al., 2012; Будник, 2018], русла рек зарастают. Чем в этом случае может помочь расчистка русла? Ничем!

Заключение

Обеспокоенное состоянием рек общество начинает воплощать проекты по улучшению состояния рек. Это, как правило, временные меры, связанные с расчисткой русел рек от наносов, не дающие долговременного положительного эффекта. Искусственно углубляя русла, мы изменяем базис эрозии участка реки, чем способствуем усилению эрозионной активности на данном участке и создаем участок для улавливания перемещающихся с верхних звеньев гидрографической сети наносов. Прежде чем приступать к подобной деятельности, необходимо провести тщательные изыскания по выяснению причин заиления русел и или уменьшению глубины воды в реке.

Возможны различные причины обмеления рек, среди которых самые распространенные: изменение водности потока под влиянием изменения климата (тут расчистка русла позволит создать разве что неглубокий вытянутый временный водоем и добавит испарение с водной поверхности), интенсивный смыв почвы с водосборов (расчистка русел поддержит процесс разрушения, со временем ближайшие сооружения начнут испытывать проблемы с устойчивостью на склонах), зарастание русел при потеплении климата (водная растительность, оказывая сопротивление движению водного потока, создает подпор воды на участке реки и с одной стороны поддерживает уровни воды высокими при снижении расходов воды, а с другой – увеличивает осаждение наносов на участке, т.е. расчистив здесь русло, все равно получим снижение уровня воды в реке) и т.п.

Проведенные исследования показали, что на одних реках средняя глубина растёт, а на других – циклически колеблется с общей тенденцией к уменьшению. В сложившихся природно-климатических условиях радикальные меры по регулированию эрозионно-аккумулятивных процессов в реке (а приверженцы этих мер иногда и не подозревают, что именно это пытаются контролировать) не могут быть эффективными ни с экологической, ни с финансовой точки зрения. Здесь целесообразно проводить контроль источников поступления наносов в реки с водосборов и следить за изменением водности самой реки.

Список литературы

1. Антроповский В.И. 1999. Морфология долин и деформации русел рек в карстовых районах Европейской части России. Труды V конф. «Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей». М., ИВП РАН: 231–234.
2. Барышников Н.Б. 1990. Антропогенное воздействие на русловые процессы. Л., изд. ЛГМИ, 140 с.
3. Беркович К.М., Злотина Л.В., Турыкин Л.А. 2017. Природные и антропогенные нарушения формирования русел равнинных рек. Вестник Московского университета. Серия 5, География, 1: 48–54.
4. Будник С.В. 2018. Антропогенное влияние на мутность рек Западный Буг и Припять. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 42 (4): 532–539.
5. Векшина Т.В. 2010. Гидравлические сопротивления русел рек, зарастающих растительностью. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета, 15: 19–26.
6. Двинских С.А., Девяткова Т.П., Китаев А.Б., Тереханова Т.А. 2012. Динамика кривых расходов воды как индикатор русловых процессов. Географический вестник, 4 (23): 30–40.



7. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. 1982. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 272 с.
8. Лебедева М.Г., Петина М.А., Гончаревич Е.В., Колмыкова О.Н., Новикова Ю.И., Вагурин И.Ю. 2013. Влияние дноуглубительных работ на водный режим малых рек (на примере реки Болоховец). Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки, 7 (24): 168–172.
9. Меркулова М.А., Павлюк Я.В. 2018. Изучение вертикальных русловых деформаций в пределах юга Европейского центра России. Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки, 42 (2): 203–213.
10. Методические рекомендации по определению приоритета малых рек при разработке водоохранных мероприятий. 1991. М., Роскомвод, 191 с.
11. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. 1986. Л., Гидрометеиздат, 166 с.
12. Методические рекомендации УГКС по сетевым русловым наблюдениям 1981. Л.: Гидрометиздат, 112 с.
13. Огиевский А.В. 1932. Режим стока верхнего и среднего Днепра (за период с начала наблюдений по 1929-30 г.). Харків, «Транспорт і зв'язок», 414 с.
14. Попов И.В. 2012. Методологические основы гидроморфологической теории руслового процесса: Избранные труды. СПб., Нестор-История, 304 с.
15. Рекомендации по прогнозу деформаций речных русел на участках размещения карьеров и нижних бьефов гидроузлов. 1988. Л., Гидрометиздат, 128 с.
16. Рыжиков А.И. 2009. К вопросу о необходимости восстановления малых рек. Природообустройство, 3: 65–68.
17. Синиченко Е.К. 2003. Экстраполяция кривой связи расходов и уровней $Q=f(H)$. Вестник РУДН, Инженерные исследования, 2: 62–66.
18. Сметанин В.И., Согин А.В., Согин И.А. 2010. Очистка водоемов и русел малых рек с помощью отечественных технических средств. Экономические стратегии, 7–8: 88–91.
19. СТО ФГБУ «ГТИ» 52.08.31-2012. 2012. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации о проектировании и эксплуатации русловых карьеров. Санкт-Петербург, 134 с.
20. Ткачев Б.П., Булатов В.И. 2002. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Новосибирск, ГПНТБ СО РАН, 114 с.
21. Budnik S.V. 2019. Variability of characteristics of rains and their erosive potential. Acta Scientific Agriculture, 3 (7): 204–206.
22. Hawley R.J., Bledsoe B.P., Stein E.D., Haines BE. 2012. Channel Evolution Model of Semiarid Stream Response to Urban-Induced Hydromodification. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), 1 (23). DOI: 10.1111/j.1752-1688.2012.00645.x
23. Gostner W. 2012. The hydro-morphological index of diversity: a planning tool for river restoration projects: Communications du Laboratoire de Constructions Hydrauliques. Lausanne, 219 p.

References

1. Antropovsky V.I. 1999. Morphology of valleys and deformation of river beds in karst regions of the European part of Russia. Transactions V Conf. “Dynamics and thermics of rivers, reservoirs and the coastal zone of the seas”. М., IVP RAS: 231–234. (in Russian)
2. Baryshnikov N.B. 1990. Antropogennoye vozdeystviye na ruslovyye protsessy [Anthropogenic impact on channel processes]. Л., LGMI, 140 p.
3. Berkovich K.M., Zlotina L.V., Turykin L.A. 2017. Natural and anthropogenic disturbances in the formation of riverbeds of lowland rivers. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya, 1: 48–54. (in Russian)
4. Budnik S.V. 2018. Anthropogenic impact on the turbidity of the Western Bug and Pripjat rivers. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 42 (4): 532–539. (in Russian)
5. Vekshina T.V. 2010. Hydraulic resistance of riverbeds overgrown with vegetation. Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University, 15: 19–26. (in Russian)
6. Dvinskikh S.A., Devyatkov T.P., Kitaev A.B., Terekhanova T.A. 2012. Dynamics of water flow rate curves as an indicator of channel processes. Geographical Bulletin, 4 (23): 30–40. (in Russian)



7. Kondratiev N.E., Popov I.V., Snishchenko B.F. 1982. Osnovy gidromorfologicheskoy teorii ruslovogo protsessa [Fundamentals of the hydromorphological theory of the channel process]. L., Gidrometeoizdat, 272 p.
8. Lebedeva M.G., Petina M.A., Goncharevich E.V., Kolmykova O.N., Novikova Yu.I., Vagurin I.Yu. 2013. The impact of dredging on the water regime of small rivers (on the example of the Bolokhovets river). Scientific sheets of BelSU. Series Natural Sciences, 7 (24): 168–172. (in Russian)
9. Merkulova M.A., Pavlyuk Y.V. 2018. The study of vertical channel deformations within the south of the European Center of Russia. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 42 (2): 203–213. (in Russian)
10. Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu prioriteta malyykh rek pri razrabotke vodookhrannykh meropriyatii [Guidelines for determining the priority of small rivers in the development of water conservation measures]. 1991. M., Roskomvod, 191 p.
11. Metodicheskiye rekomendatsii po uchetu vliyaniya khozyaystvennoy deyatel'nosti na stok malyykh rek pri gidrologicheskikh raschetakh dlya vodokhozyaystvennogo proyektirovaniya [Methodological recommendations for taking into account the impact of economic activity on the flow of small rivers during hydrological calculations for water management design]. 1986. L., Gidrometeoizdat, 166 p.
12. Metodicheskiye rekomendatsii UGKS po setevym ruslovyim nablyudeniya [Methodical recommendations of the UGKS on network channel observations]. 1981. L., Gidrometizdat, 112 p.
13. Ogievsky A.V. 1932. Rezhim stoka verkhnego i srednego Dnepra (za period s nachala nablyudeniya po 1929-30 g.) [The flow regime of the upper and middle Dnieper (for the period from the beginning of observations to 1929-30)]. Kharkiv, "Transport and Sound", 414 p. (in Russian)
14. Popov I.V. 2012. Methodological foundations of the hydromorphological theory of the channel process: Selected works. SPb., Nestor-History, 304 p. (in Russian)
15. Rekomendatsii po prognozu deformatsiy rechnyykh rusel na uchastkakh razmeshcheniya karyerov i nizhnikh byefov gidrouzlov [Recommendations for predicting deformations of river channels in areas of quarries and lower pools of hydroelectric facilities]. 1988. L., Gidrometizdat, 128 p.
16. Ryzhikov A.I. 2009. To the question of the need to restore small rivers. Environmental Engineering, 3: 65–68. (in Russian)
17. Sinichenko E.K. 2003. Extrapolation of the curve of the relationship of costs and levels $Q = f(H)$. Vestnik RUDN, Engineering research, 2: 62–66. (in Russian)
18. Smetanin V.I., Sogin A.V., Sogin I.A. 2010. Purification of reservoirs and channels of small rivers using domestic technical means. Economic strategies, 7–8: 88–91. (in Russian)
19. STO FSBI GGI 52.08.31-2012. 2012. Extraction of non-metallic building materials in water bodies. Consideration of the channel process and recommendations on the design and operation of channel open pits. St. Petersburg, 134 p. (in Russian)
20. Tkachev B.P., Bulatov V.I. 2002. Small rivers: current status and environmental problems. Novosibirsk, SPSL SB RAS, 114 p. (in Russian)
21. Budnik S.V. 2019. Variability of characteristics of rains and their erosive potential. Acta Scientific Agriculture, 3 (7): 204–206.
22. Hawley R.J., Bledsoe B.P., Stein E.D., Haines BE. 2012. Channel Evolution Model of Semiarid Stream Response to Urban-Induced Hydromodification. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), 1 (23). DOI: 10.1111/j.1752-1688.2012.00645.x
23. Gostner W. 2012. The hydro-morphological index of diversity: a planning tool for river restoration projects: Communications du Laboratoire de Constructions Hydrauliques. Lausanne, 219 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Будник С.В., доктор географических наук, старший научный сотрудник, ведущий инженер Центральной геофизической обсерватории имени Бориса Срезневского, г. Киев, Украина

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Svetlana V. Budnik., doctor of geographical Sciences, senior researcher, leading engineer of the Boris Sreznevsky Central geophysical Observatory, Kiev, Ukraine