

- сессии, посвящ, 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – С. 446–451.
6. Гогошидзе, М. С. Характерные особенности селей, формирующихся в бассейнах горных рек Закавказья. – «Изв. Груз. науч.-исслед. ин-та гидротехники и мелиорации», 1949. – Т. 1. – С. 43–54.
 7. Гогошидзе, М. С. Селевые (грязекаменные) потоки и меры борьбы с ними. Л. : Гидрометеиздат, 1959, – С. 223–231. (Труды 3 Всесоюз. гидролог. съезда, Т.7).
 8. Флейшман, С. М. Селевые потоки и проектирование дорог в районе их распространения. – М. : Трансжелдориздат, 1955. – 147 с. (Труды ЦНИИС, Вып. 19).
 9. Боголюбова, И. В. Селевые потоки и их распространение на территории СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1957. – 152 с.
 10. Черноморец, С. С. Селевые исследования в России и странах бывшего Советского Союза: история и перспективы [Электронный ресурс] // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий: Труды Международной электронной конференции. – Тбилиси-Москва, 2006. – С. 67–75. – URL: <http://www.cetm.narod.ru/pdf/chernomorets.pdf>
 11. Барьер для защиты от селевых потоков UX [Электронный ресурс] // URL:<https://www.geobrugg.com/ru/Debris-flow-barrier-UX-77745,7859.html>
 12. ОДМ 218.2.052-2015. Отраслевой дорожный методический документ. Проектирование и строительство противоселевых сооружений для защиты автомобильных дорог.
 13. Инструкция по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений (СН 518-79).
 14. Справочник по гидравлическим расчётам. Под редакцией П. Г. Киселёва. – М. : Энергия, 1972.

УДК 553.9

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ТАЛЫХ ВОД НА ИНФИЛЬТРАЦИЮ

К. А. Глушко, К. К. Глушко

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
dakner@mfil.ru

Аннотация

Приведено сопоставление результатов исследования инфильтрации талых вод на осушенных торфяниках Белорусского Полесья, измеренной инструментальным и балансовым методом. Выявлена сопоставимость результатов. Однако результаты расчета, полученные балансовым методом, имеют большой разброс и большее число случайных величин генеральной совокупности.

Ключевые слова: талые воды, мерзлая почва, поверхностный сток, инфильтрация, сельскохозяйственные угодья.

METHODS FOR DETERMINING WATER FOR INFILTRATION

K. A. Glushko, K. K. Glushko

Abstract

A comparison of the results of a study of meltwater infiltration on drained peatlands of the Belarusian Polissya, measured by the instrumental and balance methods, is given. Comparability of results is revealed. However, the calculation results obtained by the balance method have a larger spread and a larger number of random variables in the general population.

Keywords: melt water, frozen soil, surface runoff, infiltration, agricultural land.

Введение. Талые воды в период весеннего половодья, как и любые другие, расходуются на пополнение уровня грунтовых вод, влагозапасов почвы, испарение, а также формируют при определенных обстоятельствах поверхностный сток. Из данных элементов водного баланса для определения величины расчетного расхода сопрягающих сооружений, междреннего расстояния, оптимизации сроков начала полевых работ является чрезвычайно важным знать величину потерь талого стока на инфильтрацию, т.е. на пополнение уровня грунтовых вод и влагозапасов почвы.

Материалы и методы. При проведении исследований инфильтрации талых вод на осушенных торфяниках был использован инструментальный метод, реализуемый с помощью инфильтромеров [1, 2, 3]. Наиболее частым методом, применяемым на практике для этой цели является балансовый, что подтверждается целым рядом публикаций [5, 6, 7, 8, 9]. Последние исследования потерь талых вод на инфильтрацию на осушенных торфяниках Беларуси, были выполнены в 1970-х годах на Ивацевичской опытной мелиоративной станции А. Н. Киселевой под руководством известного белорусского гидролога В. Ф. Шебеко [10, 11].

Результаты и обсуждение. Опытный участок площадью 100 га находился в пойме р. Бобрик на территории Полесской опытно-мелиоративной станции. Схема опытного участка приведена на рисунке 1.

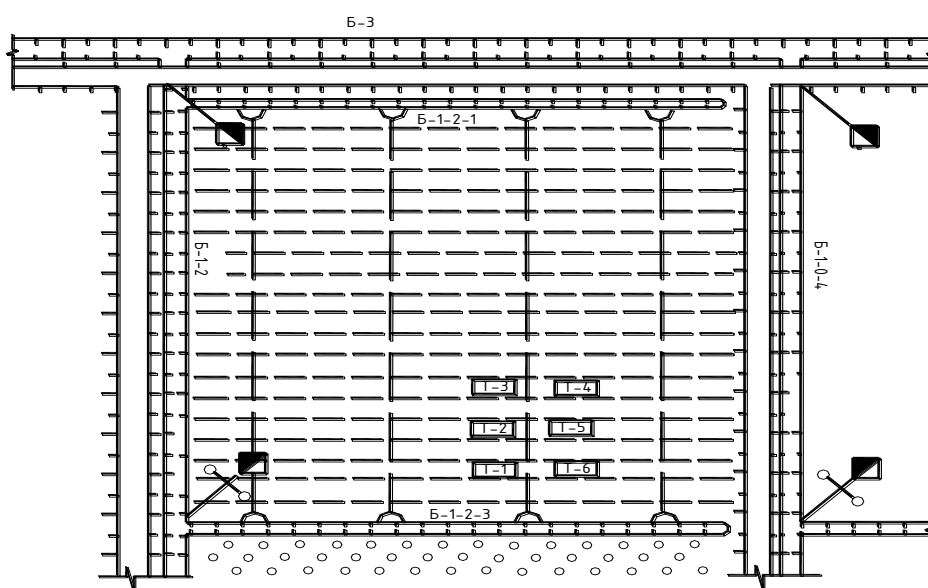


Рисунок 1 – Схема опытного участка водосбора р. Бобрик
Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-5, Т-6 – места установки лизиметрического оборудования

Почвы опытного участка и всего водосбора представлены среднемошными, глубиной 70 ± 5 см, осоко-тростниковыми торфами со степенью разложения $R = 40 - 50\%$. Залегают они на мощной толще (50 м.) песчаных отложений. Непосредственно подстилающими породами являются пески аллювиальных отложений. Границей раздела слоев является тонкий около 5 см. мульчирующий слой торфа [4].

Полевые исследования за инфильтрацией талой воды проводились в пределах опытного участка. Было выявлено, что за все годы наблюдений в период снеготаяния наблюдалась инфильтрация талой воды через мерзлый слой почвы на всех шести точках наблюдения.

Применительно к точкам наблюдения были измерены площади водосборов микропонижений, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Площади водосборов микропонижений, м²

Номер исследуемой точки					
1	2	3	4	5	6
937	887	11704	680	2625	1872

На основании обработки результатов мензуральной съемки были построены топографические характеристики микропонижений [4]. По известным уровням талой воды в микропонижениях на дату полного схода снега 23.03.1986 и 29.03.1987 и топографическим характеристикам были определены величины объема поверхностного стока и площади затопления. Результаты величин накопления поверхностного стока и соответствующих площадей затопления (зеркала водной поверхности) приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Объем накопления поверхностного стока в исследуемых микропонижениях, м²

Годы	Номер исследуемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1986	4,0	13,0	208,0	4,64	44,31	38,44
1987	38,0	42,0	570,0	30,0	126,0	85,0

Таблица 3 – Площади водного зеркала микропонижений

Годы	Номер исследуемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1986	80,0	480,0	8100	200	1400	1040
1987	800	680	11000	500	2450	1230

Инструментальные измерения, выполненные с помощью лизиметрического оборудования, позволили рассчитать интенсивность инфильтрации талых вод в период снеготаяния. Результаты приведены в таблице 4 [4].

Таблица 4 – Интенсивность инфильтрации талых вод в период снеготаяния, мм/сут

Дата	Номер наблюдаемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
10.03.1986	0,5	0,0	0,0	1,0	1,5	1,0
11.03.1986	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.03.1986	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
13.03.1986	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
14.03.1986	0,3	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0
15.03.1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16.03.1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17.03.1986	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18.03.1986	4,0	3,0	3,0	1,0	2,0	2,0
19.03.1986	1,5	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5
20.03.1986	3,0	2,0	4,0	6,0	6,0	3,0
21.03.1986	9,0	10,5	7,0	8,0	3,0	5,0
22.03.1986	3,0	10,5	8,0	9,0	4,0	3,0
23.03.1987	0,3	1,0	0,2	1,0	1,2	0,6
24.03.1987	1,3	1,0	0,5	0,8	1,0	0,5
25.03.1987	1,0	0,5	0,5	1,2	0,0	0,3
26.03.1987	0,0	0,5	0,2	0,1	0,0	0,5
27.03.1987	0,5	0,5	0,4	1,5	0,4	0,5
28.03.1987	4,0	3,2	2,7	3,2	4,0	3,4
17.03.1988	8,5	3,5	6,5	4,5	7,0	8,0
18.03.1988	0,0	2,5	0,0	3,5	1,5	4,0
19.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22.03.1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23.03.1988	1,1	1,0	1,5	1,5	1,5	1,0
24.03.1988	3,0	1,5	3,0	2,5	3,5	2,0
25.03.1988	6,0	6,0	9,5	6,0	6,5	4,0
26.03.1988	7,0	9,0	8,0	7,0	7,5	12,0

Суммарные величины инфильтрации за период снеготаяния, определенные с использованием инструментального метода, приведены в таблице 5 [4].

Таблица 5 – Суммарная инфильтрация талой воды сквозь мерзлую почву осушенного торфяника за период снеготаяния, мм

Годы наблюдений	Слой инфильтрации талой воды точкам наблюдения опытного участка, мм						
	т.1	т.2	т.3	т.4	т.5	т.6	Среднее
1986	22,6	22,9	27,0	30,5	18,5	17,5	21,4
1987	7,1	6,7	4,5	7,8	6,6	5,8	6,4
1988	25,6	23,5	27,5	25,0	26,0	27,0	25,8

Теплофизические расчеты мерзлого слоя показывают, что в 1986 и 1987 годах к началу весеннего снеготаяния в наблюдаемых точках сформировался водонепроницаемый слой, который должен блокировать просачивание талой воды и сформировать поверхностный сток. Свидетельством этого факта явилось затопление микропонижений в весенние половодья 1986 и 1987 годов к концу снеготаяния, приуроченных к местам установки измерительного оборудования, равно как и всех прочих микропонижений водосбора.

Сопоставим величину инфильтрации, измеренную инфильтрометром с рассчитанной по балансу. При этом примем о внимание, что в

микрорытвинах на поле возможно задержание до 25,8 мм. слоя талой воды по данным наблюдений 1988 года, когда не сформировался поверхностный сток и не произошло затопление микрорытвин.

Объем поверхностного стока, образующийся от таяния снега рассчитаем по формуле

$$Y = [(h_w + O_w) - (I + h_o)] F. \quad (1)$$

где h_w – слой талой воды, м; O_w – слой выпавших осадков, м; I – слой талой воды на инфильтрацию в период снеготаяния, мм; h_o – слой талого стока, задерживаемого в микрорытвинах почвы; F – площадь частного водосбора, м³.

Слой инфильтрации из затопленного микрорытвина получим, разделив объем инфильтрационного стока на площадь затопленного микрорытвина (таблица 1). Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Инфильтрация в период снеготаяния на площади, занятой затопленными микрорытвинами (по балансу)

№ точек наблюдения	Объем воды в снеге на площади луж, м ³	Объем воды в снеге на частных водосборах м ³	Объем потерь на частных водосборах, м ³	Поверхностный сток талых вод, м ³	Объем воды в микрорытвинах, м ³	Объем инфильтрации по балансу, м ³	Слой инфильтрации по балансу, мм
	$(h_w + O_w) F_l$	$(h_w + O_w) \Delta F$	$(I + h_o) \Delta F$	Y_n	V_m	V_b	I_b
1	2	3	4	5	6	7	8
1986 год							
1	3,40	40,53	35,33	5,20	4,0	- 0,60	-
2	22,7	19,25	16,90	2,35	13,0	9,70	12,10
3	383,0	170,46	164,0	6,46	208,0	175,0	21,60
4	9,46	22,7	23,50	-	4,60	4,86	24,30
5	66,22	57,94	45,40	12,54	44,30	21,92	15,65
6	49,19	39,35	30,03	9,32	38,40	10,79	10,37
1987 год							
1	44,0	7,3	3,52	4,01	38,0	6,0	7,5
2	37,4	15,79	7,26	8,52	42,0	4,6	-
3	605,0	38,70	18,26	22,40	570,0	35,0	3,2
4	27,5	9,9	4,75	5,15	30,0	2,5	-
5	135,0	9,63	4,41	5,22	126,0	9,0	3,7
6	68,0	35,31	15,65	20,26	85,0	17,0	-

Данные по объему воды в снеге на площади луж и на частных водосборах были получены по результатам снегомерной съемки, выполняемой ежегодно в предвесенний период.

Из таблицы 6 следует, что поверхностный сток имел место в наблюдаемые годы, за исключением точки 4 в 1986 году. Допускаем, что это случайная величина в ряду измерений.

Объем накопленного поверхностного стока в микропонижениях принят по данным измерений, таблица 2.

Как следует таблицы (графы 6 и 2) объем накопленного стока в микропонижениях (лужах) значительно ниже объем а воды в снеге на площади луж. Разность между ними определяет объем талой воды на инфильтрацию по балансу. Разделив объем стока на площадь луж получим слой стока на инфильтрацию (гр. 8 таблицы 6) по балансу.

Часто имеют случаи, когда объем талой воды на инфильтрацию (объем луж) превышает талой воды в снеге на этой же площади, особенно в 1987 году до 50 %. Это можно объяснить тем, что инфильтрация в период снеготаяния была низкой или отсутствовала и пополнение луж происходило за счет поверхностного стока по снежному покрову или перетоку талой воды из смежных луж.

Сопоставляя полученные значения балансовым методом (таблица 6) со значениями таблицы 5, полученными инструментальным методом, можно видеть сопоставимость результатов, хотя значения инфильтрации полученные балансовым методом имеют больший разброс, а следовательно большее число случайных величин.

Случаи затопления микропонижений и формирования в них луж с большим объемом талой воды (по результатам наблюдений до 570 м³) приводят к длительному затоплению сельскохозяйственных угодий и формирования вымочек сельскохозяйственных культур.

Заключение. 1. Слой стока талых вод, формируемый в период весеннего половодья, измеренный инструментальным методом с помощью инфильтрометров и балансовым методом, сопоставимы по величине. Однако результаты расчета, полученные балансовым методом, имеют больший разброс и большее число случайных величин генеральной совокупности. 2. В период отсутствия поверхностного стока объем воды на инфильтрацию равен запасу воды в снеге. 3. Затопление микропонижений и формирования в них луж в период снеготаяния происходит в основном за счет насыщения снега талой водой и формируемого объема стока непосредственно на ее площади, а также в отдельных случаях за счет поверхностного стока талой воды по снежному покрову из прилегающего водосбора. Это возможно в том случае, когда на водосборе сформирован водонепроницаемый слой. 4. Продолжительность затопления талыми водами посевов озимых составляет от 1 до 14 суток, что обуславливает снижение их урожайности, поэтому на торфяниках длительно находящихся в сельскохозяйственном использовании необходимы агромелиоративные и инженерные мероприятия по организации поверхностного стока.

Список цитированных источников

1. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина // М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Способ изготовления почвенного лизиметра. :а. с. SU 1590951 / К. А. Глушко, П. И. Закржевский. – Оpubл. 08.05.1990.
3. Лизиметр. а. с. SU 1572462 / К. А. Глушко – Оpubл. 22.02.1990.

4. Глушко, К. А. Исследование инфильтрации талых вод на осушаемых торфяниках: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02 / К. А. Глушко; БелНИИМиВХ. – Мн., 1996. – 21 с.
5. Бажин, Н. А. Метод расчета потерь стока весеннего половодья в бассейне р. Сосны с учетом распределения водопроницаемых площадей / Н. А. Бажин // Труды ин-та ГГИ. – 1974. – Вып. 308. – С. 68–81.
6. Бажин, Н. А. Интегральные показатели водопоглотительной способности почв / Н. А. Бажин, К. К. Павлова // Метеорология и гидрология. – 1978. – № 6. – С. 72–77.
7. Дыгало, В. С. Экспериментальные исследования просачивания воды в почву для оценки потерь талых и дождевых вод по наблюдениям на подмосковной водобалансовой станции : автореф. дис.... канд. тех. наук : Спец 05.23.16. / В. С. Дыгало ; МГУ – М., 1971. – 26 с.
8. Калюжный, И. Л. Гидрофизические исследования при мелиорации переувлажненных земель / И. Л. Калюжный, К. К. Павлова, С. А. Лавров. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 255 с.
9. Калюжный, И. Л. Гидрофизические исследования при мелиорации переувлажненных земель / И. Л. Калюжный, К. К. Павлова, С. А. Лавров. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 260 с.
10. Киселева, А. И. Формирование грунтового и поверхностного стока на бассейнах Полесской низменности / А. И. Киселева, И. А. Чернова // Мелиорация и использование торфяников Полесья : сб. науч. статей. – Минск, 1975. – С. 9–16.
11. Шебеко, В. Ф. Промерзание осушаемых болот / В. Ф. Шебеко, А. И. Киселева // Труды ин-та БелНИИМиВХ. – 1976. – Вып. XXIV – С. 151–161.

УДК 631.675.2

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАРАБАННО-ШЛАНГОВОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

*Н. Н. Дубенок¹, Д. В. Яланский², Ю. А. Мажайский³,
О. В. Черникова⁴, Ю. Н. Дуброва²*

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, ndubenok@mail.ru

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Беларусь, dimka-045@mail.ru

³Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», Рязань, Россия, director@mntc.pro

⁴Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, Рязань, Россия, chernikova_olga@inbox.ru

Аннотация

В данной работе освещаются возможности применения барабанно-шланговой дождевальной установки (БШДУ) типа Bauer «Rainstar T-61» в конкретных почвенно-мелиоративных и геоморфологических условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь при орошении дождеванием сенокосно-