

6. Zhivotovsky L.A. Metodicheskiye rekomendatsii po statisticheskomu analizu immunogeneticheskikh dannykh dlya ispol'zovaniya v selektsii zhivotnykh [Methodological Recommendations on Statistical Analysis of Immunogenetic Data for Use in Animal Breeding] / L.A. Zhivotovsky, A.M. Mashurov. – Dubrovitsy, 1974. – 30 p. [in Russian]
7. Koltsov D.N. Ispol'zovaniye v kachestve geneticheskikh markerov grupp krovi pri issledovanii selektsionnykh protsessov vosproizvodstva u krupnogo rogatogo skota [Use Blood Group as Genetic Marker in Study of Breeding Processes of Reproduction in Cattle] / D.N. Koltsov, Yu.D. Romanov, M.E. Gontov // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. – 2011. – No. 12. – P. 55-57.
8. Koltsov D.N. Effektivnost' monitoringa grupp krovi na etapakh selektsii sychevskoy porody krupnogo rogatogo skota v Smolenskoj oblasti [Efficiency of blood groups monitoring at stages of selection of Sychevskiy Breed of Cattle in Smolensk Region] / D.N. Koltsov, M.E. Gontov, V.A. Baghirov and others. // [Dostizheniya nauki i tekhniki apk] Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. – 2015. – No. 9. – P. 44-46. [in Russian]
9. Novikov A.A. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu metodov geneticheskogo monitoringa v selektsii krupnogo rogatogo skota i sviney [Recommendations on Use of Genetic Monitoring methods in Selection of Cattle and Pigs]. Novikov. – Forest Glades, 2015. – 23 p.
10. Popov N.A. Allelofond porod krupnogo rogatogo skota po YEAV - lokusu [Allelofund of Cattle Breeds on EAV – locus] / N.A. Popov, G.V. Eskin. – Moscow, 2000. – P. 101-102. [in Russian]
11. Sorokova P.F. Metodicheskiye rekomendatsii po issledovaniyu i ispol'zovaniyu grupp krovi v selektsii krupnogo rogatogo skota. [Methodical Recommendations for Study and Use of Blood Groups in Selection of Cattle] / P.F. Fortieth. – Dubrovitsy, 1974. – 40 p. [in Russian]
12. Chernushenko V.K. Sistema immunogeneticheskikh markerov pri sovershenstvovanii novykh molochnykh tipov burogo shvitskogo i sychevskogo skota: prakticheskoye rukovodstvo [System of Immunogenetic Markers for Improvement of New Dairy Types of Brown Schwick and Sychevsk Cattle: Practical Guide] / comp. VC. Chernushenko, M.E. Gontov, D.N. Koltsov and others – Smolensk, 2010. – 47 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.71.019>Зинковский В.Н.¹, Зинковская Т.С.²¹ Кандидат сельскохозяйственных наук,² ORCID: 0000-0003-3546-9637, Кандидат сельскохозяйственных наук,^{1,2} Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель, Тверь, Россия**УЧЁТ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПРИ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАСЧЁТАХ****Аннотация**

Показано, что отсутствие учёта летних осадков на конкретном объекте приводит к получению недостоверных данных для ряда агромелиоративных расчётов. Выявлено, что разница в количестве выпавших за вегетационный период осадков на опытном участке и на метеостанции, находящейся на удалении 16 км, может достигать 80-100 мм. К примеру, в 2011 году количество осадков с мая по сентябрь на метеостанции оказалось на 82 мм больше, а в 2016 году – на 113 мм меньше, чем непосредственно на опытном участке. В итоге, при использовании данных метеостанции получаются не соответствующие конкретным условиям объекта показатели влагообеспеченности (ГТК), эвапотранспирации (Е) и коэффициентов водопотребления (Кв). Для получения достоверных результатов необходимо организовать измерение количества выпадающих осадков на опытных участках. Для замеров пригодны самодельные или находящиеся в продаже портативные полевые осадкомеры (дождемеры) разных конструкций.

Ключевые слова: летние осадки, неравномерность выпадения, гидротермический коэффициент, водопотребление, осадкомер.

Zinkovsky V.N.¹, Zinkovskaya T.S.²¹ PhD of Agriculture,² ORCID: 0000-0003-3546-9637, PhD in Agriculture,^{1,2} All-Russian Scientific Research Institute of Reclaimed Lands, Tver, Russia**CONSIDERING ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS AT AGROMELIORATIVE CALCULATIONS****Abstract**

It is shown that without taking into account of summer precipitation at a particular site leads to obtaining unreliable data for a number of agro-meliorative calculations. It was revealed that the difference in the number of precipitations that fall during the vegetation period at the experimental site and a weather station located at a distance of 16 km could reach 80-100 mm. For example, in 2011, the amount of precipitation from May to September at the meteorological station was 82 mm more, and in 2016 – 113 mm less than directly on the experimental site. As a result, when using the weather station data, the hydrothermal indices (HI), evapotranspiration (E) and water consumption coefficients (WC) that do not meet the specific conditions of the facility are obtained. In order to obtain reliable results, it is necessary to organize the measurement of the amount of precipitation in the experimental areas. Self-made or commercially available portable field precipitation gauges (rain gauges) of different constructions are suitable for measurements.

Keywords: summer precipitation, uneven precipitation, hydrothermal coefficient, water consumption, precipitation gauge.

Введение

В некоторых публикациях, в том числе в диссертационных работах, приводящих расчёты агромелиоративного характера, используются данные по температуре воздуха и осадкам, взятые с бюллетеней ближайшей

метеостанции, находящейся на расстоянии нескольких километров от места проведения эксперимента. Если разницей в температуре воздуха на расстоянии нескольких километров можно пренебречь, то количество летних осадков на таком расстоянии в большинстве случаев существенно различается.

Общеизвестно, что во время вегетации культур очень часто наблюдаются кратковременные дожди и ливни продолжительностью не более 4 часов и интенсивностью не менее 11 мм/мин, которые характеризуются большой пестротой распределения по территории [4]. Также нередки летние полосовые дожди, когда объём выпавших осадков меняется на расстоянии сотен метров.

На полигоне ФГБНУ ВНИИМЗ экспериментальной метеорологии площадью 60 км² в течение 5 лет в 180 пунктах летом проводили замеры атмосферных осадков. Средний за 5 лет максимум суммы осадков был равен 282 мм при минимуме 152 мм, то есть в среднем разница составила 130 мм (46%). Результаты эксперимента послужили основанием для вывода о необходимости измерения летних осадков на местах, что позволит объективно судить о реальном увлажнении полей [7].

В рекомендациях [5], подготовленных ФГБНУ ВНИИМЗ, указано, что наблюдения за количеством выпавших осадков надо проводить на опытных участках, если они находятся на расстоянии более 2 км от метеорологической площадки.

Ещё в 1962 году вышло в свет 3-е издание книги «Руководство для агрометеорологических постов колхозов и совхозов», в котором излагались программа и методика агрометеорологических наблюдений [6] для дежурных агрометеорологических постов, а также агрономов хозяйств. В Руководстве обращалось внимание, что для правильного учета увлажнения полей, в связи с большой неравномерностью распределения дождя в летний период, необходимо вести замеры осадков на основных полях севооборота по полевому дождемеру.

Как утверждают Карнацевич И.В., Бикбулатова Г.Г., К.В. Ряполов К.В., при ливневом дожде, выпавшем над метеостанцией, данные замеров для площади в несколько десятков квадратных километров, оказываются совершенно нерепрезентативными, а средний слой осадков на этой площади может оказаться в 2-3 раза меньшим, чем в осадкомерном сосуде [2].

Ошибки в учёте количества выпадающих на конкретном объекте осадков приводят к получению недостоверных данных при расчётах коэффициента увлажнения Н.Н. Иванова, гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова, в водобалансовых уравнениях, при определении размеров оросительных норм, показателей эвапотранспирации, коэффициентов водопотребления культур [8, 3] и других.

Основная часть

Расчёты гидротермического коэффициента (ГТК), показателей эвапотранспирации и коэффициентов водопотребления культур проводились по количеству выпадающих за вегетационный период осадков, замеряемых в двух пунктах: на метеостанции г.Тверь (использовались данные метеобюллетеней) и на опытном участке, где устанавливались два дождемера собственного изготовления (см. рис. 2).

В таблице 1 показаны данные расчёта гидротермического коэффициента (по Селянинову Г.Т.) по наблюдениям отдельных лет за вегетационный период сельскохозяйственных культур с мая по сентябрь, когда количество дождевых осадков на опытном участке было меньшим, большим или равным количеству, замеренному на Тверской метеостанции, удалённой от опыта на 16 км.

Таблица 1 – Значения гидротермического коэффициента (ГТК) в зависимости от местоположения замера осадков

Годы	Количество осадков за период май-сентябрь, мм		Сравнение В / А		Средняя температура воздуха за период, °С	Средний ГТК	
	А – м/с Тверь	В – на опыте	±	%		А – м/с Тверь	В – на опыте
2011	387	305	- 82	78,8	16,5	1,53	1,21
2014	305	303	- 2	99,3	15,8	1,27	1,26
2016	353	466	+113	132	16,2	1,42	1,88

На рисунке 1 на основании трёхлетних метеонаблюдений в тёплом периоде вегетации с 1 мая по 31 августа, когда отмечается наиболее выраженная территориальная неравномерность выпадения летних дождей, графически показана разница между количеством осадков по двум точкам замеров – на Тверской метеостанции, удалённой от опыта на 16 км и на опытном участке института.

Разница в количестве выпавших осадков, прежде всего, сказывается на сопутствующих расчётах для характеристики объекта по засушливости, в которых в качестве комплексного показателя режима увлажнения рассчитывается гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г.Т. Селянинова. Для классификации уровней тепло- и влагообеспеченности нами были использованы следующие градации ГТК [8]:

- < 0,20 – очень сильная засуха
- 0,21-0,39 – сильная засуха
- 0,40-0,60 – средняя засуха
- 0,61-0,75 – слабая засуха
- 0,76-1,00 – недостаточная
- 1,10-1,40 – оптимальная
- 1,41-1,50 – повышенная
- > 1,50 – избыточная

В соответствии с данной шкалой период май-август 2011 года по замерам метеостанции характеризуется повышенным увлажнением (ГТК=1,45), а в 2016 году – периодом оптимальной влагообеспеченности (ГТК = 1,35). На

самом деле, по замерам на опытном участке влагообеспеченность указанного периода в 2011 году относилась к оптимальной (ГТК = 1,35), а в 2016 году – к избыточной (ГТК = 1,72). Особенно заметно различия в величине ГТК прослеживаются на протяжении всего вегетационного периода, что показано на рисунке 1.

Из представленной на рисунке информации можно подсчитать, что в 2011 году, когда по данным метеостанции за период с мая по август выпало 317 мм осадков, средний ГТК составил 1,45, что соответствует повышенной влагообеспеченности. Но на опытном участке, где сумма осадков оказалась на 59 мм меньше при гидротермическом коэффициенте 1,18, увлажнение характеризуется, как оптимальное.

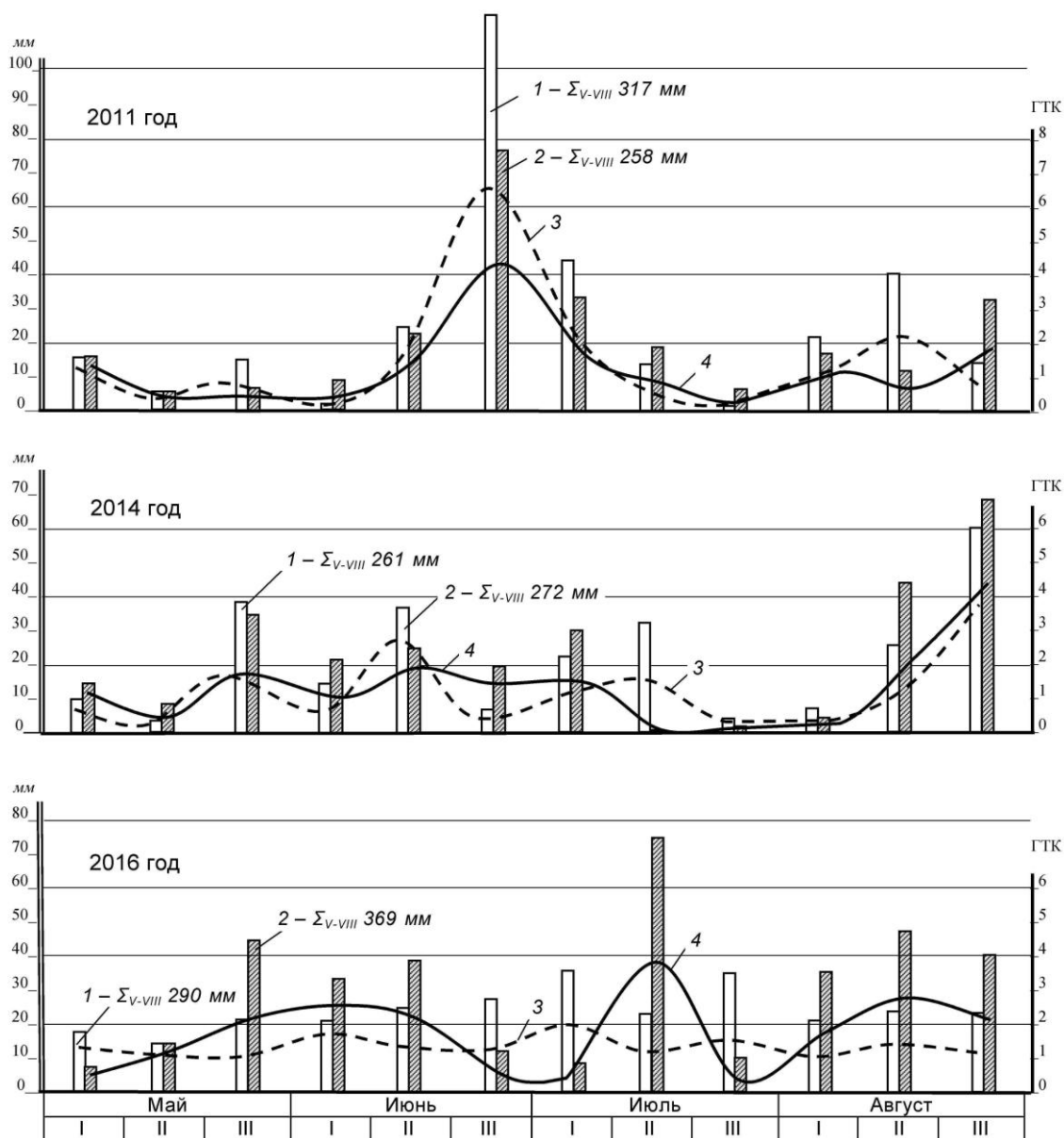


Рис. 1 – Подекадная динамика осадков и ГТК за период май-август

1 – осадки по замерам м/с Тверь, 2 – осадки по замерам на опытном участке, 3 – ГТК по осадкам м/с Тверь, 4 – ГТК по осадкам на опытном участке

В 2016 году, когда на опытном участке за период май-август выпало на 79 мм больше осадков, чем на метеостанции, также происходит явное различие в характеристике сезона по градиентам ГТК – вместо оптимального увлажнения по осадкам метеостанции на опытном участке сезон характеризовался избыточной влагообеспеченностью.

В таблице 2 представлены данные 2014 года, когда суммарное количество осадков и гидротермические коэффициенты за период май-август на Тверской метеостанции и на опытном участке были практически равны, но в течение сезона эти показатели значительно различались.

Таблица 2 – Подекадное сравнение количества осадков и значений ГТК в разных точках наблюдений (2014 год)

Месяц	Декада	Количество осадков, мм		Сравнение В / А		ГТК	
		А – м/с Тверь	В – на опыте	±	%	А – м/с Тверь	В – на опыте
Май	I	10	14	+ 4		1,09	1,52
	II	3	8	+ 5		0,18	0,49
	III	38	36	- 2		1,80	1,70
	За месяц	51	58	+ 7	113,7	1,10	1,25
Июнь	I	14	21	+ 7		0,70	1,04
	II	37	25	- 12		2,91	1,97
	III	7	20	+ 13		0,53	1,51
	За месяц	58	66	+ 8	113,8	1,26	1,44
Июль	I	22	30	+ 8		1,18	1,60
	II	32	0	- 32		1,58	0
	III	5	2	- 3		0,24	0,09
	За месяц	59	32	- 27	54,2	0,95	0,52
Август	I	7	4	- 3		0,31	0,18
	II	26	43	+ 17		1,40	2,31
	III	60	69	+ 9		3,76	4,32
	За месяц	93	116	+ 23	124,7	1,62	2,02
Среднее V-VIII		261	272	+11	104,2	1,23	1,28

В таблице 2 показано количество месячных осадков и показатели влагообеспеченности в июле и августе, соответствующие различным объектам. Если июль по осадкам метеостанции характеризовался недостаточным увлажнением (ГТК = 0,95), то на опытном участке, где дождя выпало на 27 мм меньше, ГТК составил 0,52, что соответствует средней засухе. Ещё заметнее различия в величине ГТК наблюдаются подекадно. Например, в первой декаде июня по данным метеостанции ГТК = 0,70 (характеристика влагообеспеченности – слабая засуха), на опытном участке ГТК = 1,04 (оптимальная); в третьей декаде соответственно ГТК = 0,53 (средняя засуха) и ГТК = 1,50 (повышенная). Аналогичные различия в суммах замеренных осадков и гидротермических коэффициентах отмечены во все годы наших наблюдений с 2011 по 2016 годы.

Таким образом, в полевых опытах при использовании данных по осадкам, взятых с отдалённых метеостанций, исследователи получают и часто выносят в доклады или в печатные публикации гидротермические коэффициенты, величина которых не соответствует погодным условиям конкретных объектов.

Аналогичное заключение касается расчётов по суммарному водопотреблению (эвапотранспирации) и коэффициентам водопотребления возделываемых в опытах сельскохозяйственных культур, что подтверждается сравнением данных при измерении осадков на опыте и при использовании данных метеостанции.

Таблица 3 – Суммарное водопотребление (Е) картофеля при учёте осадков в разных точках (учёт осадков с 11 мая по 10 августа)

Варианты увлажнения почвы	Место замера осадков	Использовано влаги за счет:								Суммарное водопотребление Е, м³/га
		осадков		поливов		почвенных запасов		грунтовых вод		
		м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	
1. Осушение	опыт	2230	72,6	-	-	431	14,0	410	13,4	3071
	м/с Тверь	1870	69,0	-	-	431	15,9	410	15,1	2711
	разница	- 360								- 360
2. Осушение + орошение при 75% от ППВ	опыт	2230	54,9	1400	34,4	26	0,6	410	10,1	4066
	м/с Тверь	1870	50,4	1400	37,8	26	0,7	410	11,1	3706
	разница	- 360								- 360

Как видно из таблицы 3, разница в 360 м³/га осадков, недополученных почвой по расчётам, сделанным на основании замеров метеостанции, почти на 12% снизило суммарное водопотребление на осушаемой почве (вариант 1) и на 9% при двустороннем регулировании водного режима (вариант 2). Эта разница соответственно отразилась на величине коэффициентов водопотребления (табл. 4).

Таблица 4 – Коэффициенты водопотребления (Кв) картофеля при разном учёте осадков

Варианты увлажнения почвы	Место замера осадков	Без удобрения				Компост (КМН) 15 т/га			
		урожай, т/га	Е, м ³ /га	Кв,		урожай, т/га	Е, м ³ /га	Кв,	
				м ³ /т	%			м ³ /т	%
1.Осушение	опыт	19,6	3071	157	100	24,3	3067	126	100
	м/с Тверь	19,6	2711	138	88	24,3	2707	111	88
	разница	-	- 360	- 19	12	-	- 360	- 15	12
2.Осушение + орошение при 75% от ППВ	опыт	24,0	4066	169	100	32,2	4440	138	100
	м/с Тверь	24,0	3706	154	91	32,2	4080	127	92
	разница	-	- 360	- 15	9	-	- 360	- 11	8

Подводя итог по проведению расчётов суммарного водопотребления и коэффициентов водопотребления сельскохозяйственных культур при разном территориальном учёте атмосферных осадков, очевидно, что для получения достоверных результатов необходимо вести их измерение на опытных участках. При учете влаги на сельскохозяйственных полях для большинства культур достаточно знать количество выпадающих осадков с точностью до 1 мм.

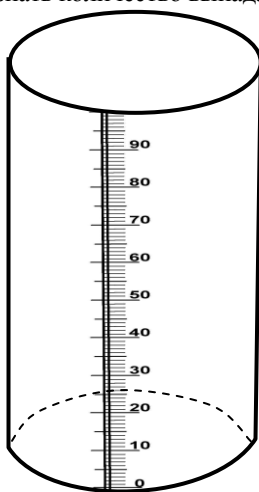


Рис. 2 – Самодельный дождемер

Для этой цели пригодны полевые осадкомеры (дождемеры) разных конструкций (стеклянные Давитая и Хеллманна, пластиковые штырьевые и подвесные), производство и продажа которых налажены. Наиболее простым самодельным дождемером может служить прямоугольный стакан, на одну из сторон которого наклеивается несмываемая миллиметровая шкала, покрытая прозрачным скотчем или тонким слоем парафина (рис. 2).

В соответствии с существующими рекомендациями [8], [9], [10], осадкомеры, применяемые большинством государственных гидрологических и метеорологических служб для обычных измерений, чаще всего представляют собой открытые приемные сосуды с вертикальными стенками, обычно имеющие форму правильного цилиндра. Высота слоя воды в осадкомере измеряется с помощью градуированной линейки или мерного стакана. Приемное отверстие осадкомера желательно располагать как можно ближе к дневной поверхности, но при этом необходимо избегать попаданий брызг с земли.

Заключение

Чтобы получать достоверные результаты многих агрометеорологических расчётов – водного баланса, коэффициентов увлажнения, размеров оросительных норм, показателей эвапотранспирации, коэффициентов водопотребления сельскохозяйственных культур и др., необходимо производить измерение выпадающих осадков непосредственно на опытных участках. Для замеров пригодны портативные полевые осадкомеры (дождемеры) разных конструкций, в том числе самодельные из ёмкости прямоугольной формы, на стороны которой наклеивается несмываемая миллиметровая шкала.

Список литературы / References

1. Барашкова Н.К. Экстремальный режим погоды летом 2012 г. на территории Томской области как отражение современных глобальных климатических тенденций / Н.К. Барашков, И.В. Кужевская, Д.В. Поляков // Вестник Томского ГУ. – 2013. – № 372. – С. 173–179.
2. Карнацевич И.В. Перспективы генетического метода расчета элементарного стока по суточным интервалам / И.В. Карнацевич, Г.Г. Бикбулатова, К.В. Ряполов // Омский научный вестник. Серия 1, Ресурсы Земли. Человек. – 2011. – №1(104). – С. 224–231.
3. Маслов Б.С. Справочник по мелиорации / Б.С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 384 с.
4. Овчаров Е.Е. Гидрология и гидрометрия / Е.Е. Овчаров, Н.Н. Захаровская. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 312 с.
5. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажнённой части СССР / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Зыкова Ю.Д. – Москва-Калинин-Старица, 1984. – 164 с.
6. Руководство для агрометеорологических постов колхозов и совхозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 130 с.

7. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии / Ю.И. Чирков. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 312 с.
8. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
9. Овчаров Е.Е. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока / Е.Е. Овчаров, Н.Н. Захаровская, И.В. Прошляков и др. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 223 с.
10. Мухортов С.Я. Словарь-справочник по агрометеорологии (учебное пособие) / С.Я. Мухортов, В.В. Рябчикова. – Воронеж: Государственный аграрный университет, 2012. – 207 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Barashkova N.K. Jekstremal'nyj rezhim pogody letom 2012 g. na territorii Tomskoj oblasti kak otrazhenie sovremennyh global'nyh klimaticheskikh tendencij [Extreme weather regime in the summer of 2012 in the Tomsk region as a reflection of the current global climate trends] / N.K. Barashkov, I.V. Kuzhevskaja, D.V. Poljakov // Vestnik Tomskogo GU [Bulletin of Tomsk State University]. – 2013. – № 372. – P. 173–179. [in Russian]
2. Karnacevich I.V. Perspektivy geneticheskogo metoda rascheta jelementarnogo stoka po sutochnym intervalam [Perspectives of the genetic method of calculation of elementary runoff at daily intervals] / I.V. Karnacevich, G.G. Bikbulatova, K.V. Rjapolov // Omskij nauchnyj vestnik. Serija 1, Resursy Zemli. Chelovek [Omsk Scientific Bulletin. Series 1, Resources of the Earth. Human]. – 2011. – №1(104). – P. 224–231. [in Russian]
3. Maslov B.S. Spravochnik po melioracii [Handbook of land reclamation] / B.S. Maslov, I.V. Minaev, K.V. Guber. – М.: Rosagropromizdat, 1989. – 384p. [in Russian]
4. Ovcharov E.E. Gidrologija i gidrometrija [Hydrology and hydrometry] / E.E. Ovcharov, N.N. Zaharovskaja. – Л.: Gidrometeoizdat, 1986. – 312 p. [in Russian]
5. Provedenie nauchnyh issledovanij na meliorirovannyh zemljah izbytochno uvlazhnjonnoj chasti SSSR [Conducting scientific research on the reclaimed lands of the excessively moistened part of the USSR] / Pod red. akad. VASHNIL Zykov Ju.D [Under the editorship of Academician VASKhNIL Zykov Y.D.]. – Moskva-Kalinin-Starica, 1984. – 164 p. [in Russian]
6. Rukovodstvo dlja agrometeorologicheskikh postov kolhozov i sovhozov [Guide for Agrometeorological Posts of Collective and State Farms] . – Л.: Gidrometeoizdat, 1962. – 130 p. [in Russian]
7. Chirkov Ju.I. Osnovy agrometeorologii [Fundamentals of agrometeorology] / Ju.I. Chirkov. – Л.: Gidrometeoizdat, 1982. – 312 p. [in Russian]
8. Shashko D.I. Agroklimaticheskie resursy SSSR [Agroclimatic resources of the USSR] / D.I. Shashko. – Л.: Gidrometeoizdat, 1985. – 248 p. [in Russian]
9. Ovcharov E.E. Praktikum po gidrologii, gidrometrii i regulirovaniju stoka [Workshop on hydrology, hydrometry and flow regulation] / E.E. Ovcharov, N.N. Zaharovskaja, I.V. Proshljakov i dr. – М.: VO Agropromizdat, 1988. – 223 p. [in Russian]
10. Muhortov S.Ja. Slovar'-spravochnik po agrometeorologii (uchebnoe posobie) [Dictionary-reference book on agrometeorology (textbook)] / S.Ja. Muhortov, V.V. Rjabchikova. – Voronezh: Gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2012. – 207 p. [in Russian]