

Водные ресурсы Оренбуржья и их использование в растениеводстве

*Ю.М. Нестеренко, д.г.н., Ф.Г. Бакиров, д.с.-х.н.,
А.В. Халин, к.с.-х.н., Д.Г. Поляков, к.б.н.,
Оренбургский НЦ УрО РАН*

Водные ресурсы Оренбуржья представляют собой водную систему, принадлежащую бассейнам рек Урала, Волги и Тобола. На его юго-востоке имеется условно бессточный район. В состав водных ресурсов с учётом особенностей геологического строения, рельефа и климата входят:

- атмосферные осадки – основной источник формирования водных ресурсов;
- поверхностные воды – склоновый поверхностный сток, озёра, реки, ручьи и другие водотоки, а также построенные водохранилища и пруды;
- воды зоны аэрации – содержатся в ненасыщенных водой почвах и грунтах над подземными водами;
- подземные воды зоны активного водообмена – водоносные горизонты надсолевого структурного этажа;
- седиментационные воды солевого кунгурского структурного этажа;
- высокоминерализованные воды подсолевого структурного этажа, зоны весьма замедленного водообмена.

Цель исследования – изучение формирования и использования в растениеводстве Оренбуржья водных ресурсов степной зоны, на пахотных землях и естественных кормовых угодьях, определение степени влияния водных ресурсов на процессы, происходящие в почвах.

Материал и методы исследования. Природные процессы, происходящие в вододефицитных степях, значительно отличаются от процессов в водообеспеченных зонах. Это ограничивает возможность использования на них методик исследований в других климатических условиях. Необходимы методики исследований, учитывающие особенности природы степной зоны. Исследование водной компоненты на сельскохозяйственных угодьях и её взаимодействие с другими её составляющими проведено на Южном Урале.

Результаты исследования. Оренбуржье имеет высокий уровень развития сельского хозяйства и промышленности, что увеличивает антропогенное воздействие на природу. Земли сельскохозяйственного назначения занимают около 88,4% территории региона, а земли промышленности – только 2,1%. Интенсивность антропогенного воздействия на землях сельскохозяйственного назначения меньше, чем на землях промышленности, но с учётом площади сельскохозяйственных угодий суммарная нагрузка значительно превышает промышленную.

Водные ресурсы степного Оренбуржья формируются в условиях превышения испаряемости над атмосферными осадками. В связи с дефицитом они являются фактором, определяющим качественное и количественное развитие природы региона. Следовательно, исследование формирования приходных и расходных статей водных ресурсов в естественных и антропогенно изменяющихся условиях необходимо для разработки систем эффективного их использования и охраны.

Зональные природные особенности и соответствующие особенности природопользования обуславливают необходимость разработки соответствующих зональных методик исследований. Для изучения процессов, типичных лишь для вододефицитных территорий, нами разработаны соответствующие методики.

Атмосферные осадки на вододефицитных территориях определяют направление и скорость прохождения многих процессов. Биogeосистемы этих территорий отличаются от биogeосистем территорий, не испытывающих недостатка воды, по качественным и количественным особенностям.

Главным показателем дефицита воды в природе является коэффициент увлажнения, отражающий соотношение атмосферных осадков (P) и испаряемости (E_0). Данный способ оценки водообеспеченности является общепризнанным и широко применяется исследователями [1–6].

Атмосферные осадки являются основной приходной статьёй водных ресурсов Оренбуржья. Они обеспечивают 93% всех их поступлений, а приток вод извне по речной сети – всего 7%. Распределение годовой суммы атмосферных осадков по Южному Уралу показано на карте-схеме (рис.).

От количества зимних осадков и их распределения зависит формирование весенних запасов влаги на сельскохозяйственных угодьях и питание рек. Их количество на Южном Урале составляет 40–50% от годовой суммы атмосферных осадков с увеличением к центральной горной части Южного Урала и с юга на север.

В Центральной зоне в год выпадает 370 мм осадков. Такое количество может обеспечить урожай яровых зерновых культур, например пшеницы, на уровне не менее 20 ц/га. Фактически среднемноголетняя урожайность зерновых культур составляет всего 10 ц/га (с колебаниями от 2 до 30 ц/га), и это с учётом среднемноголетнего показателя у озимых, урожайность которых в последние 30 лет составляет в среднем 15 ц/га. У яровых ранних культур, занимающих 55% общей посевной площади в Оренбуржье, она составляет 9 ц/га.

Основная причина низкой продуктивности яровых зерновых культур заключается в неэффектив-

ном использовании водных ресурсов территории. Их выращивание в области построено так, что основная часть осадков холодного периода года не используется культурами, а теряется на физическое испарение и сток.

Для повышения эффективности использования водных ресурсов нужна существенная корректировка систем земледелия. Нами изучено формирование и использование атмосферных осадков на различных угодьях с учётом рельефа

на стоковых площадках возле г. Оренбурга. Анализ использования атмосферных осадков тёплого периода года показал, что в условиях засушливого климата лишь 2% от их количества расходуется на сток. В основном они идут на испарение. При этом в период вегетации зерновых культур в мае – июле выпадает 105 мм, что составляет всего 47% от осадков летне-осеннего периода. Велики потери яровыми культурами зимних атмосферных осадков.

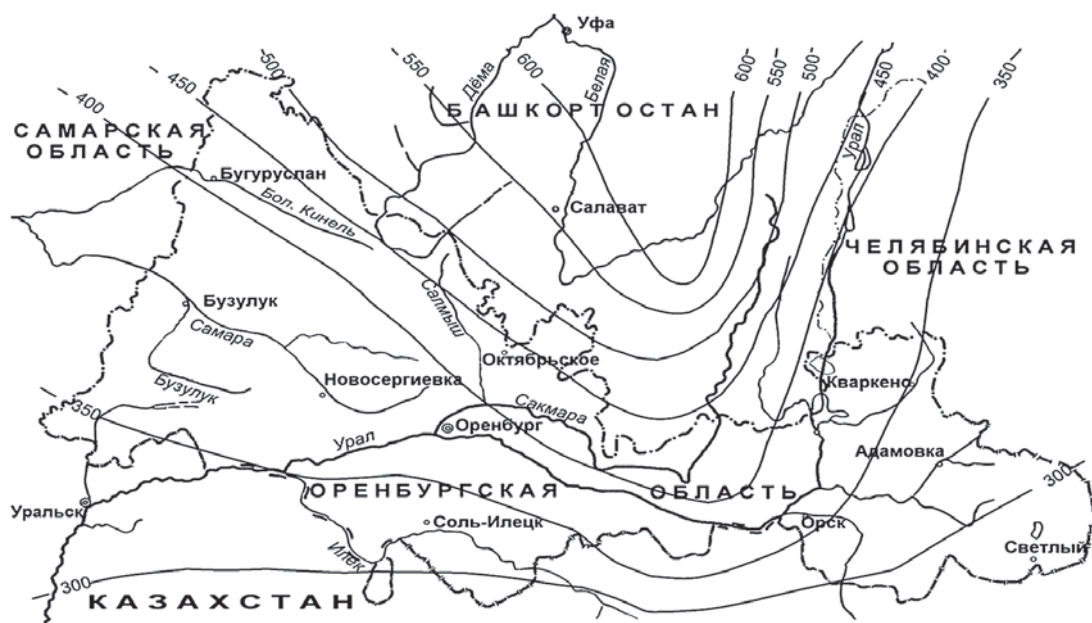


Рис. – Распределение среднемноголетней годовой суммы атмосферных осадков на Южном Урале, мм [7–9]]

Баланс талых вод на склонах Южного Предуралья в зависимости от сельскохозяйственного использования, мм

Уго- дье	Год наблю- дений	Возвышения				Понижения						На склоне в среднем						K _{фас}
		O ₃	W ₂ - W ₁	U _{ст}	S	O ₃	W ₂ - W ₁	U _{пр}	U _{ст}	F _{ас}	S	O ₃	W ₂ - W ₁	E _в - P _в	U _{ст}	F _{ас}	K _{ст}	
Невы- битая цели- на	1999	192	134	38	0,90	261	156	342	50	377	0,10	199	136	20	5	38	0,025	0,19
	2000	152	61	68	0,81	227	104	290	58	332	0,19	166	87	23	11	63	0,07	0,38
	в сред- нем	172	98	53	0,86	244	130	316	54	354	0,14	182	102	22	8	50	0,044	0,27
Выби- тая цели- на	1997	123	28	85	0,85	164	234	481	327	74	0,15	129	59	10	49	11	0,38	0,09
	1998	143	39	89	0,77	215	237	297	163	97	0,23	160	84	15	39	22	0,24	0,14
	1999	112	20	72	0,85	171	222	408	214	96	0,15	121	50	20	37	14	0,30	0,12
	2000	102	42	65	0,80	243	194	260	195	19	0,20	130	72	-5	39	24	0,30	0,18
	в сред- нем	120	32	78	0,82	198	222	355	225	96	0,18	134	66	10	41	17	0,30	0,13
Паш- ня	1997	113	68	35	0,90	181	151	315	0	335	0,10	120	76	10	0	34	0	0,28
	1998	141	99	27	0,90	211	153	243	0	286	0,10	148	104	15	0	29	0	0,20
	1999	111	78	13	0,90	170	146	117	0	121	0,10	117	85	20	0	12	0	0,10
	2000	116	45	39	0,85	245	99	221	15	320	0,15	135	53	32	2,3	48	0,02	0,36
	в сред- нем	120	73	28	0,89	202	137	226	4	268	0,11	129	80	19	1	29	0,01	0,22

Примечание: O₃ – запасы воды в снеге; W₂ – W₁ – изменение запасов влаги в 1,5-метровом слое зоны аэрации; S – доля площади возвышений и понижений на угодье; U_{ст} – сток талых вод; U_{пр} – приток талых вод; K_{ст} – коэффициент поверхностного стока вод; F_{ас} – фильтрация воды за пределы 1,5-метровом слоя зоны аэрации; P_в – осадки за время таяния снега; E_в – испарение за время таяния снега; K_{фас} – коэффициент фильтрации за пределы 1,5-метровом слоя зоны аэрации

Приведённые в таблице данные показывают, что на невыбитой целине за счёт задержания снега сохранившейся растительностью запасы воды в снеге весной на возвышениях в среднем в 1,4 раза превышают их на выбитой целине и пашне и составляют 172 мм. Сток талых вод с них в понижениях равен 53 мм при среднем стоке со склона 8 мм. На питание подземных вод в расчёте на всю площадь невыбитого целинного водосбора пошло 50 мм.

На выбитой целине при 78 мм стока талых вод с возвышений рельефа и 225 мм стока из понижений на всю площадь выбитого участка водосбора в среднем за 4 года он составляет 41 мм. Питание подземных вод за этот же период составило в среднем всего 17 мм. Следовательно, выбитые пастбища и сенокосы увеличивают паводки и в связи с уменьшением питания подземных вод уменьшают меженный сток рек.

На пашне при больших запасах снега (в среднем 120 мм) на возвышениях и значительном стоке воды с них (в 28 мм) за её пределы выходит в среднем 2,3 мм талых вод. Они впитываются под возвышениями, но не уходят за пределы слоя возможного потребления влаги растительностью и не питают подземные воды. Стекая, талые воды аккумулируются в замкнутых понижениях, где насыщают активный слой зоны аэрации, из которого растения потребляют влагу (в среднем 1,5 м), расходуются на питание подземных вод, а не успевшая впитаться вода, переполняя понижение, стекает по склону в гидрографическую сеть.

На пахотных землях при отсутствии фильтрации на питание подземных вод на возвышениях и в понижениях расходуется в среднем 268 мм, что в расчёте на всю площадь распаханного склона составляет 29 мм.

На расходную часть водного баланса на сельскохозяйственных угодьях существенно влияют фильтрационные свойства земной поверхности [5]. От них зависит, какое количество поступившей на земную поверхность талой или дождевой воды пойдёт на увлажнение почвы и далее – на фильтрацию в подземные воды, и какое её количество пойдёт на поверхностный сток и в гидрографическую сеть.

Анализ баланса талых вод на пашне, выбитом пастбище и невыбитой целине показывает, что состояние поверхности почвы оказывает значительное влияние на соотношение поверхностного и подземного стока. До распашки целины при малой нагрузке на них скотоводством на Южном Урале меженный уровень воды в реках обеспечивается за счёт инфильтрации на невыбитой целине. Увеличение поголовья скота, его выпас на целинных землях приводит к снижению мощности дернины и степного войлока или их потере, уплотнению почвы и уменьшению продуктивности в 2–3 раза. Это обуславливает снижение инфильтрации талых вод, увеличение паводков и уменьшение стока рек в меженный

природ. Освоение целинных и залежных земель с переходом на зяблевую вспашку приводит к общему сокращению доли водного стока талых вод в реки.

Проведённое исследование подземного и поверхностного стоков в пределах водосборов Южного Урала показало, что на всех видах сельскохозяйственных угодий формируется как испарительный, так и инфильтрационный тип водообмена. Первый отмечается на возвышенных формах рельефа, а второй – на замкнутых понижениях. Различия в типах водообмена определяют неравномерность питания подземных вод по площади и формируют повсюду отмечаемое на водосборах разнообразие растительности, почв и других компонентов природы.

Изменение соотношения долей угодий на водосборе с разными фильтрационными свойствами земной поверхности изменяет величины составляющих суммарного водного баланса водосбора. В степной зоне Южного Урала изменения в суммарном поверхностном стоке талых вод соответственно изменяют объём и режим паводков на реках и питание подземными водами в меженный период.

В аридных условиях Оренбуржья системы земледелия направлены на повышение запасов влаги на пашне за счёт части поверхностного и подземного водного стока. Накопленная на них влага расходуется на суммарное испарение, увеличивая её количество в атмосфере. В связи с ограниченной её влагоёмкостью влага, конденсируясь, выпадает в виде дополнительных атмосферных осадков, увеличивая малые круговороты воды на континенте и повышая эффективность её использования.

Изучение водного баланса на водосборе малой реки Самары в Южном Предуралье [10] выявило увеличение годовой суммы атмосферных осадков в период интенсивного землепользования в 1955–1990 гг. на 54 мм в сравнении с периодом экстенсивного землепользования до освоения целинных земель в 1936–1954 гг. при таком же, в пределах ошибки, увеличении суммарного испарения с полей (52 мм). В последующие годы перестройки системы землевладения в сельском хозяйстве (1991–2010 гг.) значительная часть пахотных земель не засеивалась, что повлияло на соотношение составляющих водного баланса на водосборе. В результате уменьшилось испарение с полей и уменьшились атмосферные осадки, но увеличился паводковый сток.

Выводы.

1. Сельскохозяйственные угодья, занимая около 90% водосбора Оренбуржья, влияют на все составляющие его водных ресурсов: поверхностный и подземный водный сток, запасы влаги в почве и атмосферные осадки.

2. Поверхностный водный сток зависит от фильтрационных свойств земной поверхности. На опытном участке с пашни сток талых вод в среднем

составляет 1 мм, на невыбитой целине – 8 мм и на выбитой – 41 мм.

3. Зяблевая пахота увеличивает запасы влаги в почве, почти прекращает поверхностный сток талых вод за пределы распаханного поля, но внутри его с возвышений рельефа на опытном участке их стекает в среднем 28 мм, аккумулируясь в замкнутых понижениях.

4. Аккумулируемые в понижениях рельефа талые воды насыщают активный слой зоны аэрации, из которого растения потребляют влагу, расходуются на питание подземных вод, а не успевшая впитаться вода, переполняя понижение, стекает дальше по склону в гидрографическую сеть.

5. Питание подземных вод на пашне в понижениях в среднем в расчёте на всю площадь распаханного склона на опытном участке составляет 29 мм, на выбитой целине – всего 17 мм и на невыбитой целине – 50 мм.

6. Дополнительное суммарное испарение влаги с сельскохозяйственных угодий поступает в атмосферу с последующим выпадением в виде

дополнительных местных антропогенных атмосферных осадков, что способствует многократному использованию возобновляемых водных ресурсов и снижает темпы уменьшения речного стока.

Литература

1. Константинов А.Р. Испарение в природе. Л.: Гидрометеоздат, 1968. 532 с.
2. Харченко С.И. Гидрогеология орошаемых земель. 2-е изд. Л.: Гидрометеоздат, 1975. 374 с.
3. Кузник И.А. Орошение в Заволжье. Гидрометеоздат, Л., 1979. 160 с.
4. Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 216 с.
5. Нестеренко Ю.М. Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 287 с.
6. Нестеренко Ю.М., Нестеренко М.Ю. Природные воды Южного Урала: формирование и использование. Екатеринбург: УрО РАН, 2016. 244 с.
7. Агроклиматические ресурсы Оренбургской области. Л.: Гидрометеоздат. 1971. 120 с.
8. Агроклиматический справочник по Челябинской области. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 112 с.
9. Агроклиматический справочник по Башкирской АССР. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 116 с.
10. Нестеренко Ю.М., Бакиров Ф.Г. Влияние сельскохозяйственного землепользования на водный баланс водосборов рек и атмосферные осадки на Южном Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 172–174.