

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ГОРОДАМИ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ванием данных наблюдений проведено исследование количественного распределения пыли, тяжёлых металлов, ПАУ, изменения анионного состава снега в окрестностях крупных городов юга Западной Сибири: Новосибирска, Кемерово, Барнаула, Томска. Выявленные закономерности позволяют создать экономичную систему мониторинга и на её основе ограниченными средствами выполнить оценки суммарного выноса различных примесей от рассматриваемых городов за длительный промежуток времени, определить степень дополнительной антропогенной нагрузки различными компонентами примеси на окружающих их территориях, сравнить интенсивность поступления примесей и оценить дополнительные риски здоровью жителей населённых пунктов, попадающих в зоны значительного влияния городских выбросов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН, проект 4.4, ИП СО РАН № 84.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.

2. Прокачева В.Г., Усачёв В.Ф. Снежный покров в сфере влияния города. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 176 с.

3. Бояркина А.П., Байковский В.В., Васильев Н.В., Глухов Г.Г., Медведев М.А., Писарева Л.Ф., Резчиков В.И., Шелудько С.И. Аэрозоли в природных планшетах Сибири. – Томск: Изд-во Томского университета, 1993. – 157 с.

4. Ландсберг Г.Е. Климат города. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.

5. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 255 с.

6. Рапута В.Ф., Олькин С.Е., Резникова И.К. // Оптика атмосферы и океана. – 2008. – Т. 21, № 6. – С. 558-562.

7. Климат Новосибирска. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 223 с.

8. Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Морозов С.В. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2010. – Т. 18, № 1. – С. 63-70.

9. Сонияси Р., Сандра П., Шлетт К. Анализ воды: органические микропримеси. С-Пб.: Теза, 1995. – 87 с.

10. Павлов В.Е., Морозов С.В., Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Хвостов И.В. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – Т. 19, № 3. – С. 287-294.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИРРИГАЦИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ И ВОПРОСЫ ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

И.В. Орлова

Анализируются проблемы развития ирригации в Алтайском крае, приводятся данные о потенциальном и реальном фонде орошаемых земель, рассматриваются негативные экологические последствия ненормированного орошения и вопросы его экологической безопасности, изучаются научно обоснованные оросительные нормы для различных природно-климатических зон Алтайского края, приводятся рекомендации по внедрению экологического подхода в системы орошаемого земледелия.

Ключевые слова: ирригация, оросительные и поливные нормы, экологический подход, экологическая безопасность.

Орошение, или ирригация, как «система мероприятий по искусственному увлажнению почвы с целью создания благоприятных условий для роста и развития растений» имеет очень большое значение для развития аграрного сектора экономики [1], но в то же время представляет собой один из наиболее мощных по своему воздействию на окружающую среду видов антропогенной деятельности.

Современная концепция мелиорации исходит из того, что применение орошения обязательно должно сочетаться с требованиями экологической безопасности. Особо актуальны в настоящее время проблемы разработки экологоприемлемого соотношения площадей орошаемых и богарных земель в разных природно-климатических условиях, установления размеров орошаемых полей с учетом появления новых форм хозяйствования в аграр-

ном секторе и соблюдения оптимальных оросительных и поливных норм.

За последние десятилетия в Алтайском крае сложилась парадоксальная ситуация в системе орошаемого земледелия. С начала 1970-х годов наблюдался достаточно устойчивый рост ввода в эксплуатацию орошаемых площадей, достигший своего максимального пика в 1989 году, когда площадь фактически поливаемых земель составила 194,8 тыс. га. В последующие годы в силу совокупного действия сложных политических и социально-экономических факторов этот процесс пошел в обратном направлении, приведя к 2010 г. к сокращению орошаемых земель до 70,2 тыс. га, а фактически поливаемых до 21,5 тыс. га (по данным ФГУ «Алтаймелиоводхоз»), то есть всего 11% от уровня 1989 г. Одновременно с сокращением ирригационного фонда происходило ухудшение технического состояния мелиоративных систем Алтайского края и вывод их из эксплуатации.

Подобные тенденции наблюдаются по всей России. В частности, в сибирском регионе до 1990 года числилось более 1 млн. га орошаемых земель, а в настоящее время осталось всего около 400 тыс. га [2].

Что касается ситуации в Алтайском крае, то все эти годы в научных и руководящих кругах прослеживались разнонаправленные мнения о том, какая площадь сельскохозяйственных угодий может быть вовлечена в ирригацию. С одной стороны, приводимые рядом исследователей цифры, свидетельствуют об огромном мелиоративном потенциале Алтайского края.

Так Ю.Н. Акуленко и В.И. Бивалькевич оценивают мелиоративный фонд края, обеспеченный водными ресурсами, в 1,6 млн. га [3]. По мнению К.Я. Феско природные ресурсы края позволяют иметь орошаемый фонд земель около 2 млн. га, в том числе только за счет орошения из реки Оби – 1,2-1,3 млн. га [4]. Н.А. Мосиенко считает, что при разных вариантах водозабора из р. Обь (8, 4 и 2 км³) ирригационный фонд для регулярного орошения Кулундинской степи составит, соответственно, 2173, 1334 и 614 тыс. га [5]. Также внушителен мелиоративный фонд, обеспеченный прогнозными запасами подземных вод. По данным А.И. Игнатовича он составляет 150-170 тыс. га с учетом покрытия потребностей на хозяйственно-питьевые цели [6].

С другой стороны, все эти оценки основываются, в первую очередь, на наличии сельскохозяйственных угодий и запасов водных ресурсов, мало принимая в расчет мно-

гие ограничения экологического характера. Между тем, научно доказано, что широкое развитие ирригации в Алтайском крае сдерживается такими факторами, как широкое распространение рыхлых лессовидных суглинков, значительная расчлененность и большие уклоны поверхностей (Приобское плато), пестрота гранулометрического состава почв, большое количество понижений с засоленными гидроморфными почвами (Кулундинская равнина), распространенность участков с неглубоким залеганием водоупорных засоленных пород и грунтовых вод, сложность климатических условий и др.

Повсеместно на территории края наблюдаются негативные последствия непродуманных подходов к орошению: засоление и переувлажнение почвогрунтов, эрозийные процессы, просадка грунтов, снижение почвенного плодородия, истощение запасов и повышение минерализации подземных вод и т.д.

Очевидно, что игнорирование требований экологической безопасности в ирригации, бездумное масштабное орошение и ориентация, в первую очередь, на получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур приводят к самым печальным последствиям, вплоть до полной утраты почвенного плодородия и превращения степей в пустыни. Как справедливо отмечает И.П. Айдаров, опыт орошения земель в различных почвенно-климатических зонах России показывает, что создание крупных оросительных систем с высоким КПД, совершенной техникой полива и разветвленной коллекторно-дренажной сетью не только не предотвращает деградационные процессы, но и приводит во многих случаях к резкому их усилению [7].

В настоящее время многие ученые призывают соблюдать *экологоприемлемые параметры соотношения орошаемых и богарных угодий* в различных природных зонах. По разным данным доля орошаемых земель в хозяйствах степной засушливой и полусухой зонах России не должна превышать 10-15 % площади сельскохозяйственных угодий; в сухой и полусухой зонах – 15-20 %, а в лесостепной зоне – 20 % [8-10]. Подобные же ограничения касаются и размеров орошаемых участков, которые по оценкам Ю.В. Бикеевой не должны превышать 150-200 га на каждое сельскохозяйственное предприятие [11].

Все же следует признать, что в настоящее время нет четкой методики расчета рационального соотношения орошаемых и нео-

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИРРИГАЦИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ И ВОПРОСЫ ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

рошаемых (богарных) земель. Не определен и критерий соотношения: какую часть угодий можно орошать, а какую оставлять без орошения.

В связи с этим авторы Н.И. Балакай и Г.Т. Балакай предлагают использовать метод РосНИИПМ, где в качестве основного критерия принята норма увлажнения, позволяющая рассчитать экологически безопасное соотношение богарных и орошаемых земель на агроландшафтах [12]. В итоге авторами приводятся доказательства, что доля орошаемой пашни в структуре сельхозугодий сухой, полусухой и очень сухой агроклиматической зоны не должна превышать 15-18 %, в засушливой и полузасушливой зоне – 10-15 % [12].

В настоящее время в Правительстве РФ разрабатывается программа «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель на период до 2020 года». От Алтайского края в

Министерство сельского хозяйства РФ направлены предложения по строительству и реконструкции оросительных систем на площади 30,1 тыс. га. Кроме того, предлагается увеличить площади орошаемых земель не менее, чем на 15 тыс. га [13].

Это очень важная заявка для Алтайского края. В силу засушливости климата на большей части его территории, особенно в самые важные для растений фазы развития (конец весны – начало лета) сельское хозяйство – самая важная отрасль экономики края – не способно устойчиво развиваться без оросительных мелиораций. Но прежде чем увеличивать площади под орошением необходимо пересмотреть традиционные подходы к развитию ирригации, поскольку применявшиеся до настоящего времени способы оказались малоэффективными как с экономической, так и экологической точек зрения.

Таблица

Рекомендуемые оросительные нормы ($\text{м}^3/\text{га}$) в условиях глубокого залегания уровня грунтовых вод [составлено автором по данным 5, 18, 19 и др.]

Природно-климатическая зона	Годы раз-ной обес-печенно-сти	Яровая пшеница	Кукуруза	Многолет-ние травы	Сахарная свекла	Картофель
Западно-Кулундинская	95%	4000-4500	4500	5300	5000	4450
	75%	3500-3600	3700	4500	4350	3800
	50%	1500-2000	2200	3000	2700	2100
Восточно-Кулундинская	95%	4100	3700	4500	3500	3900
	75%	1900-3200	2400-2700	3000-3350	3000-3200	2000-2850
	50%	1600-1750	1500-2000	2200-2700	1800-2000	1500-1700
Приалейская	95%	3650	3400	4000	4000	3400
	75%	2800	2500	3350	3000	2700
	50%	1500	1300	2000	1600	1300
Приобская	95%	3500	3100	2500-3700	3500	3200
	75%	1600-2500	1500-2100	2600-2700	2400-2700	1700-2150
	50%	1000-1200	760-1700	1400-2300	1000-2200	800-1300
Бийско-Чумышская	95%	2600	2300	2600	2500	2300
	75%	1200	1000	1400	1100	1000
	50%	550-700	0	500	200	0
Приалтайская	95%	3300	2900	3350	3300	3000
	75%	2000	1500	2200	1800	1600
	50%	800	450	800	600	500

Большая часть необходимых изменений должна касаться *нормирования орошения*. В этой области сложившаяся ситуация еще более парадоксальна, чем в случае неблагоприятного соотношения орошаемых и богарных угодий.

Под *оросительной нормой* понимается объем воды, подаваемой на гектар орошаемой площади за вегетационный период [14]. Ее определяют как разницу между суммарной потребностью культуры в воде и ее природ-

ной влагообеспеченностью и, как правило, она обычно соответствует дефициту водопотребления культуры за вегетационный период. *Поливная норма* – это объем воды, подаваемый на гектар орошаемой площади за один полив [14] и ее величина определяется, главным образом, рельефом, водно-физическими свойствами почв, особенностями возделываемой культуры, мощностью корневой системы по фазам роста, способом и технологией полива.

В основе практически всех расчетов оросительных норм и режимов орошения лежит метод водного баланса, разработанный А.Н. Костяковым [15]. Основная проблема использования этого метода заключается в том, что расчет показателя суммарного водопотребления культуры, зависит от большого количества трудно учитываемых факторов.

Другим широко используемым методом диагностики и прогноза влагообеспеченности служит метод А.М. Алпатъева [16], основанный на эмпирической зависимости суммарного водопотребления от дефицитов влажности воздуха и коэффициента биологической кривой растения. Но этот метод дает удовлетворительные результаты главным образом для сравнительно влажного климата. В условиях засушливого климата он приводит к завышению расчетных показателей.

Несмотря на то, что в настоящее время предложено несколько десятков различных методов расчета суммарного водопотребления, все они или имеют ограниченный район применения, или не отличаются большой точностью. Как отмечает Т.А. Плавник, сопоставление расчетов по основным, применяемым в мелиорации формулам с данными, полученными на испарителе ГГИ, и результатами полевых опытов дает расхождение в 20 % [17]. Наиболее достоверными считаются расчеты оросительных норм, полученные с использованием результатов многолетних полевых опытов.

Анализ разработанных для условий Алтайского края оросительных норм [5, 18, 19 и др.] позволил составить сводную итоговую таблицу, отражающую дифференциацию рекомендуемых оросительных норм по природно-климатическим зонам и годам разной обеспеченности осадками (табл.). Результаты расчетов разных авторов довольно близки между собой, а некоторое расхождение в показателях объясняется различием выбранного уровня запланированной урожайности сельскохозяйственных культур и подбором разных доз внесения удобрений.

Так, если И.Н. Шабалин и Л.П. Яблокова строили свои расчеты, исходя из запланированной урожайности яровой пшеницы в 35 ц/га, то Н.М. Мосиенко считала более реальной заданную урожайность в 20-25 ц/га [5, 19]. Отсюда и некоторый разброс в нормах: чем ниже планировалась урожайность культуры, тем ниже оказывалась и расчетная оросительная норма.

Тем не менее, как отмечает Б.Б. Шумаков, при реализации рассчитанных по классическим методикам режимов ороше-

ния в реальных условиях никогда не удается, по разным причинам, получить такие высокие урожаи сельскохозяйственных культур, которые брались за основу при определении норм [20]. Поэтому на практике при соблюдении рекомендованных норм почти всегда происходит переполив, при котором избыток оросительной воды идет на пополнение грунтовых вод, что в дальнейшем приводит к подтоплению, заболачиванию и вторичному засолению, как самих орошаемых земель, так и прилегающих территорий.

По оценкам Б.Б. Шумакова в результате завышения планируемой урожайности культур и недоучета ряда дополнительных факторов (микроклимата орошаемых полей и др.) происходит завышение расчетных оросительных норм на 15-30 % [20].

Необходимость пересмотра методов и подходов к проектированию водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур, к большей их дифференциации и снижению оросительных норм неоднократно подчеркивалась многими учеными [9, 20, 21 и др.]. В первую очередь, изменения в расчетах должны вноситься в значения суммарного испарения (эвапотранспирации), суммы активных осадков и предполивного порога влажности [20] и ориентироваться не на максимально возможную урожайность культур, а на наиболее устойчивую и экологоприемлемую.

Важность создания щадящего режима орошения почв было осознано на государственном уровне еще в советские времена, когда Экспертной комиссией Госплана СССР было рекомендовано снижать расчетные оросительные нормы в ущерб урожаю на 10 % [22].

Таким образом, исходя из вышеизложенного, рекомендуемые оросительные нормы для Алтайского края, приведенные в таблице, следует уменьшить, как минимум на 15-25 %. Аналогичный подход должен быть применен и к расчету поливных норм.

Уже имеется ряд положительных опытов орошения чернозема обыкновенного малыми нормами (200-300 м³/га) на Новоселовской оросительной системе [23] и разрабатываются рекомендации по снижению поливных норм в различных природных условиях [24].

В реальных же производственных условиях складывается негативная ситуация с несоблюдением норм и режимов поливов обычными хозяйствами на практике. Вследствие ряда организационно-хозяйственных причин и высоких затрат на ирригацию многие хозяйства вынуждены идти на значитель-

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИРРИГАЦИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ И ВОПРОСЫ ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ное уменьшение числа поливов. По данным Ю.В. Бикеевой на посевах кукурузы, люцерны, сахарной свеклы и других культур часто проводится не более половины поливов, необходимых для поддержания влажности почвы на оптимальном уровне [11]. При этом хуже всего, что хотя число поливов сокращается, но поливные нормы, напротив, в целях экономии производственных ресурсов увеличиваются в 1,2-1,5 раза по сравнению с расчетными [25].

Сложившаяся ситуация очень опасна с учетом возможных необратимых изменений свойств почв и полной утраты почвенного плодородия. Возникающие при ненормированном орошении инфильтрационные потери влаги приводят к деградации и разрушению структуры почв, формированию гидроморфных условий, к усилению процессов денитрификации и др. Учитывая все это, основным стратегическим направлением при разработке экологически безопасных, ресурсосберегающих методов и способов орошения является ориентация на соблюдение сбалансированного соотношения орошаемых и богарных земель, разработка новых подходов к расчету оросительных норм и поливных режимов, сохранение и улучшение плодородия почв при разумном обеспечении растений влагой.

Особое внимание следует уделять техническому состоянию оросительных систем и способам полива с помощью мониторинга за использованием орошаемых земель. И самое главное, во всех ирригационных проектах необходимо участие государства, поскольку для отдельных небольших по размеру хозяйств соблюдение всех рекомендованных агротехнических и мелиоративных методов орошаемого земледелия обходится очень дорого.

В идеале, перефразируя Ф.Р. Зайделя [1], ирригационные системы Алтайского края должны быть такими, чтобы при минимальных затратах обеспечивали максимальную прибыль, соблюдая при этом экологическую безопасность для всех элементов агроландшафтов, повышая и сохраняя плодородие мелиорируемых почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 384 с.

2. Минашина Н.Г., Любимова И.Н. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 12-14.

3. Акуленко Ю.Н., Бивалькевич В.И. Проблемы орошения земель равнинного Алтая. – Барнаул: Изд-во Алт. Госагроуниверситета, 1995. – 184 с.

4. Орошение сельскохозяйственных культур на Алтае. – Барнаул: Алтайское книжное изд-во, 1984. – 96 с.

5. Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения в степной зоне. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 214 с.

6. Игнатович А.И. Уроки целины: опыт борьбы с ветровой эрозией, опустыниванием и засухой в Кулундинской степи. – Барнаул, 2009. – 465 с.

7. Айдаров И.П. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 31-34.

8. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – № 1. – С. 3-5.

9. Айдаров И.П. Принципы переустройства оросительных систем в степной зоне России // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 2. – С. 18-20.

10. Шумаков Б.Б. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 14-16.

11. Бикеева Ю.В. // Автореф. дис... к. с.-х. наук. – Барнаул, 2004. – 20 с.

12. Балакай Н.И., Балакай Г.Т. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 39-41.

13. http://federal.polit.ru/govbody/uprselhoz_altai/news/174600184

14. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник / Под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.

15. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 360 с.

16. Алпатьев А.М. // Доклады советских почвоведов к VII Международному конгрессу в США. – М., 1960.

17. Плавник Т.А. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – № 9. – С. 22-25.

18. Разумова А.А., Мещанинова Н.Б. // Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1972. – С. 306-399.

19. Шабалин И.Н., Яблокова Л.П. Рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – 66 с.

20. Шумаков Б.Б. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 2. – С. 27-28.

21. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – № 7-8. – С. 13-15.

22. Калиш М., Мальцева Н. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – № 2. – С. 27-29.

23. Бадмаева С.Э. // Изучение, освоение и использование почв Сибири: Матер. Междун. науч. конф. – Новосибирск: ИПФ «Фгрос», 2008. – С. 149-153.

24. Шапорина Н.А., Танасиенко А.А. // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 5. – С. 801-807.

25. Шуравилин А.В., Никифоров П.М., Воробьева Р.П. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 26-28.