

УДК 631.6

И. В. Орлова (ИВЭП СО РАН)

УЧЕТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Обоснована необходимость комплексного учета геоэкологических ограничений при территориальном планировании оросительных мелиораций. Рассмотрены основные методические подходы и интегральные параметры, используемые для оценки климатических, геолого-геоморфологических, гидрологических и ландшафтных факторов, обуславливающих экологически допустимые пределы использования природно-ресурсного потенциала территории в процессе осуществления ирригационных мероприятий. Установлено, что при планировании любых ирригационных мероприятий необходимо учитывать ряд факторов, подтверждающих необходимость и целесообразность применения орошения на данной территории, имеющиеся объемы поверхностных и подземных водных ресурсов, которые допустимо использовать для ирригации, площади сельскохозяйственных угодий, пригодные для орошения, уровень технико-технологического и социально-экономического развития, обеспечивающий внедрение эффективных и экологически безопасных ирригационных технологий.

Ключевые слова: оросительные мелиорации, климатические факторы, геолого-геоморфологические факторы, гидрологические ограничения, ландшафтные ограничения, влажность почвы.

I. V. Orlova (IWEP SB RAS)

GEO-ECOLOGICAL LIMITATIONS FOR LAND-USE PLANNING OF IRRIGATION

The necessity of complex assessment of geo-ecological limitations for land-use planning of irrigation is substantiated. The article deals with main methodical approaches and integral parameters for assessment of climatic, geologic and geomorphologic, hydrologic, and landscape factors affecting on ecologically allowable limits of the use of territory natural-resource potential during conducting irrigation activities. It is established that while planning any irrigation activity, the set of factors have to be considered. Those factors confirm the necessity and appropriateness of irrigation at the given territory, available volumes of surface and subsurface water resources which can be use for irrigation, the area of agricultural lands suitable for irrigation, and technical and technological and socio-economic level of development to provide the implement of effective and ecologically friendly irrigation technologies.

Keywords: irrigation, climatic factors, geologic factors, geomorphologic factors, hydrologic limits, landscape limits, soil moisture.

Уже в течение нескольких десятилетий экологические идеи и научные подходы все глубже проникают в мелиоративную сферу. В трудах многих ученых, среди которых весьма видное место занимают результаты исследований в области экологического совершенствования мелиоратив-

ных систем Б. Б. Шумакова [1], обоснована и научно доказана необходимость учета экологических ограничений при планировании оросительных и других видов мелиораций. Однако проблема методического обеспечения такого учета стоит, по-прежнему, остро, поскольку еще многие вопросы не получили достаточного научного обоснования.

Под геоэкологическими ограничениями оросительных мелиораций понимаются требования и критерии экологически допустимого использования природно-ресурсного потенциала территории для орошения с целью сохранения устойчивости и стабильности геосистем, их средо- и ресурсо-воспроизводящих функций.

В зависимости от специфики определяющих факторов при обосновании необходимости оросительных мелиораций на той или иной территории все геоэкологические ограничения целесообразно сгруппировать в четыре основные группы: климатические, геолого-геоморфологические, гидрологические и ландшафтные.

Необходимость в оросительных мелиорациях определяется, в первую очередь, на основе учета климатических факторов, обуславливающих естественную тепловлагообеспеченность территории, которая может быть оценена с помощью таких интегральных методов и показателей, как коэффициент водного баланса А. Н. Костякова, коэффициент увлажнения и показатель биологической эффективности климата Н. Н. Иванова, индекс сухости М. И. Будыко, гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова, метод гидролого-климатических расчетов В. С. Мезенцева [2, 3] и др.

Наибольшее практическое значение имеет показатель дефицита водопотребления, то есть разность между потребностью во влаге растений и имеющейся (или ожидаемой) в данном месте и сезоне влаги, а также уровень засушливости территории, включая площадь ее распространения.

Границы благоприятных условий для большинства сельскохозяйственных культур определяются такими параметрами, как средний годовой

коэффициент увлажнения в интервале 0,65-1,00, дефицит увлажнения в интервале 300-0 мм/май-август, относительная влажность почвы в долях наименьшей влагоемкости в интервале 0,6-1,0 [4].

Величина влажности почв, соответствующая влажности разрыва капиллярной связи (ВРК), является нижним пределом оптимальной влажности роста и развития растений. Поскольку при влажности почв ниже ВРК происходит резкое ухудшение влагообеспеченности растений и снижение урожайности культур, недопустимо падение влажности почв ниже этой критической величины. Поэтому в условиях орошаемого земледелия не следует допускать снижения влажности почвы ниже ВРК. В расчетных условиях оптимальная влажность почвы удерживается в интервале от предельной полевой влагоемкости (ППВ) (или 0,95-0,90 ППВ) до ВРК или от ППВ (0,95-0,90 ППВ) до нижнего предела оптимальной влажности для роста и развития растений (0,65-0,75 ППВ) [5].

Для более полного учета климатических ограничений при территориальном планировании оросительных мелиораций целесообразно использовать параметры, предложенные Ж. С. Мустафаевым с соавторами [6]: нижний порог предельно допустимого уровня нормы водопотребности – транспирации растений, обеспечивающий формирование биологических масс, верхний предельно допустимый уровень нормы водопотребности – экологических норм водопотребности сельхозугодий.

Геолого-геоморфологические факторы обуславливают ограничения оросительных мелиораций по следующим параметрам: особенности геологического строения и рельефа территории, допустимый уклон и интенсивность горизонтального расчленения поверхности, водопроницаемость подстилающих пород, интенсивность эрозионных процессов (таблица 1) и др.

Уклон поверхности более 3° является одним из наиболее важных ограничивающих факторов пригодности территории для орошения.

Таблица 1 – Интенсивность эрозионного процесса в зависимости от уклона и коэффициента горизонтального расчленения [2]

Уклон поверхности земли	Коэффициент горизонтального расчленения	Интенсивность эрозионного процесса
0-0,02	0-0,5	Очень слабая
0,02-0,05	0,6-1,0	Слабая
0,05-0,08	1,1-1,2	Умеренная
0,08-0,1	1,3-1,5	Значительная
Более 0,1	Более 1,6	Сильная

Гидрологические ограничения обеспечивают экологическую безопасность использования поверхностных и подземных водных ресурсов посредством введения лимитов на объемы возможного изъятия стока, состав, мутность, температуру и уровень загрязнения вод. Для их учета используются следующие интегральные показатели: удельная водообеспеченность территории, величина водопотребления, объем экологического стока, коэффициент использования и дефицит водных ресурсов, оценка экстремальных значений стока, качество воды, значения частоты, продолжительности и площади затопления поймы и др.

Климатические и гидрологические ограничения тесно связаны между собой. Так, Г. Г. Бикбулатовой [7] установлена новая гидромелиоративная закономерность соответствия значения модуля стока $M = 1$ (л/с·км²) (значение нормы стока 30-35 мм) полосе на местности, отделяющей территории с густой гидрографической сетью от территорий, где существуют только временные и транзитные водотоки. При $M > 1$ формируется зона избыточного увлажнения, где требуется проведение осушительных мелиораций; при $M < 1$ – зона недостаточного увлажнения, где требуется орошение. Граничная полоса между этими зонами является зоной переменного увлажнения, где обосновано двустороннее регулирование влаги (осушительно-увлажнительные мелиорации).

Наиболее сложной в методическом плане является проблема оценки допустимых объемов изъятия поверхностных и подземных водных ресурсов на орошение, которая усугубляется отсутствием нормативных доку-

ментов, регламентирующих резервирование в реках природоохранного стока и объемы допустимого изъятия подземных вод.

Рекомендованные в мировой практике ограничения допускают изъятие не более 20 % речного стока, оптимальным считается изъятие до 10 %. Ключевым моментом оценки допустимых отъемов стока является определение количественных значений экологического (или природоохранного) стока (попуска) реки, то есть того минимального стока, который должен оставаться в реке постоянно в целях сохранения экологического равновесия на водосборе и исключения деградации водных и околоводных экосистем [8].

Среди разнообразных методов определения величины экологического стока заслуживают внимания методы пропорциональных расходов, повышения обеспеченности, годовых и сезонных ограничений. Для условий регулирования стока и неравномерного по месяцам водопотребления наиболее приемлемо использование метода сезонных ограничений, предусматривающего обоснованное сглаживание гидрографа экологического стока по сезонам года. Безвозвратное водопотребление в этом случае находится в следующих пределах: для засушливых лет – 10-20 %, в средние по водности годы – 20-30 %, в многоводные годы – 30-40 % [9].

Основные гидролого-экологические требования к определению природоохранных расходов воды для малых рек достаточно полно сформулированы И. В. Бабкиной и О. А. Скоробогатовой. Прежде всего, это обеспечение естественной частоты и глубины затопления поймы, возможности самопромыва русла в весенний период, обеспечение проточности (водообмена) потока, незаиляемости, незарастаемости русла, отсутствие дефицита кислорода в летнюю ($O_2 \geq 6 \text{ мг/дм}^3$) и зимнюю ($O_2 \geq 4 \text{ мг/дм}^3$) межень [10].

Другой важный и не до конца решенный вопрос связан с качеством оросительной воды и все возрастающим загрязнением поверхностных и подземных водных ресурсов, большинство из которых без предваритель-

ной очистки не могут использоваться в оросительных целях. Несмотря на обширную отечественную и зарубежную литературу по оценке качества поливных вод и их влияния на плодородие почв и продуктивность растений [2, 5, 11], единого мнения по этим вопросам нет. В каждом конкретном случае следует учитывать гидрогеологические, почвенные, биохимические особенности изучаемой территории.

Опыт орошения в полуаридных и аридных зонах позволяет признать практически во всех случаях пригодными для орошения воды с минерализацией менее 0,2 г/л. Минерализация воды, равная 0,2-0,5 г/л, считается хорошей при отсутствии в воде нормальной соды; 0,5-1,0 г/л – допустима лишь при поливе устойчивых к засолению растений на легких почвах; 1-2 г/л и более – опасна с точки зрения засоления почв. Все соли и все хлориды являются вредными. Даже низкие концентрации соды (1-2 мг·экв./л) в оросительной воде вызывают сильное подщелачивание почв. Карбонаты и сульфаты кальция и карбонаты магния – безвредны [5].

Ландшафтные ограничения обеспечивают благополучное экологическое состояние свойств и функций ландшафта и его различных компонентов, в первую очередь, почв, и могут быть выражены через такие интегральные параметры, как пределы устойчивости ландшафта к орошению, водно-физические свойства почв, динамика запасов гумуса и питательных веществ в почве, предельные уровни залегания грунтовых вод и их минерализации, засоления почв (таблица 2), допустимые площади, занятые ирригационными системами и др.

В настоящее время учеными обоснованы экологически допустимые пределы насыщенности агроландшафтов орошаемыми землями в зависимости от дефицита влаги: от 15 до 20 % – в сухой, полусухой и очень сухой зонах; от 10 до 15 % – в засушливой и полузасушливой и до 10 % – в остальных зонах России. С учетом проведения всех видов мелиораций допустимый коэффициент мелиоративной нагруженности по экспертным

оценкам в лесостепной зоне не должен превышать 0,3, в степной – 0,3-0,5, в сухостепной – 0,5-0,6, в полупустынной и пустынной – 0,6-0,85 [13].

Таблица 2 – Основные факторы (критерии), определяющие пригодность земель к различным способам орошения [12]

Способ орошения	Уклон местности	Уровень залегания грунтовых вод, м	Предельная степень минерализации грунтовых вод	Предельная степень засоления и солонцеватость почв
Поверхностный: затопление	0-0,002	До 2	Неминерализованные	Незасоленные
по полосам	0,0005-0,02	> 2	Неминерализованные и слабоминерализованные	Слабозасоленные
по бороздам	0-0,03	> 3	Среднеминерализованные	Слабозасоленные
Дождевание: короткоструйные установки	0-0,008	> 1	Неминерализованные	Незасоленные
среднеструйные установки	0-0,02	> 1	Неминерализованные	Незасоленные
среднеструйные широкозахватные установки	До 0,03-0,05	> 2	Слабоминерализованные	Слабозасоленные
дальнеструйные установки	До 0,01	> 2	Слабоминерализованные	Слабозасоленные
Внутрипочвенное	До 0,05	> 2	Среднеминерализованные	Незасоленные
Капельное	До 0,1	> 1	Среднеминерализованные	Незасоленные

Особо важную роль в обеспечении устойчивости ландшафтов к орошению играет оптимизация мелиоративных режимов [14], которая требует не только совершенствования расчетов оросительных и поливных норм (таблица 3), но и внедрения новых технико-технологических способов орошения.

Снижение поливных норм до минимально необходимого уровня способствует предотвращению фильтрации воды в глубокие слои почвы и тем самым исключает подъем грунтовых вод, препятствует деградации почвенного покрова. Внедрение экологоприемлемых технологий орошения и новейших технических средств способствует не только экономному ис-

пользованию водных ресурсов, но и обеспечивает доставку питательных веществ непосредственно к корневой системе растений, препятствует развитию водной эрозии, снижает давление техники на почву и т. д.

Таблица 3 – Экологически допустимые пределы ирригационного питания подземных вод [15]

Ландшафтно-географическая зона	Оптимальное увлажнение почвенного слоя (% от НВ)	Экологически благоприятная оросительная норма, мм (в скобках – способ полива)	Потери на орошаемых землях ИПШВ	Ирригационное (суммарное) питание подземных вод, мм	Суммарное испарение, мм	Ограничения на питание подземных вод (в % от суммарного испарения)
Лесостепная	0,65-0,75	60-100 (дождевание)	$\frac{(8-10)\%}{10 \text{ мм}}$	25-30	500-550	$\frac{(5-8)\%}{(45-55) \text{ мм}}$
Степная	0,65-0,75	130-270 (дождевание)	$\frac{(5-8)\%}{(20-25) \text{ мм}}$	45-50	800-850	$\frac{(8-10)\%}{(60-75) \text{ мм}}$
Сухо-степная	0,70-0,80	400-590 (дождевание)	$\frac{(8-15)\%}{(45-60) \text{ мм}}$	80-100	900-950	$\frac{(10-15)\%}{(100-135) \text{ мм}}$
Полупустынная	0,70-0,85	500-650 (поверхностный полив)	$\frac{(15-17)\%}{(70-90) \text{ мм}}$	100-120	1100-1200	$\frac{(20-25)\%}{(180-220) \text{ мм}}$
Пустынная	0,70-0,90	690-880 (поверхностный полив)	$\frac{(17-20)\%}{(100-110) \text{ мм}}$	150-250	1400-1500	$\frac{(25-40)\%}{(250-350) \text{ мм}}$

Вывод: Хотя в данной статье рассмотрены далеко не все существующие методы и подходы, можно сделать вывод о высокой степени научной проработанности отдельных аспектов учета геоэкологических ограничений оросительных мелиораций и одновременно довольно слабой представленности комплексных подходов.

Между тем, необходимость именно системного подхода к учету геоэкологических ограничений на практике давно назревшая проблема, решение которой будет способствовать введению лимитов допустимого использования природно-ресурсного потенциала конкретной территории и предупреждению развития негативных экологических процессов в процессе осуществления оросительных мелиораций.

Прежде чем планировать любые ирригационные мероприятия, необходимо ответить на ряд важных вопросов о необходимости и целесообразности орошения на данной территории; имеющихся объемах поверхностных и подземных водных ресурсов, которые допустимо использовать для ирригации, площадях сельскохозяйственных угодий, пригодных для орошения, уровне технико-технологического и социально-экономического развития, обеспечивающего внедрение эффективных и экологически безопасных ирригационных технологий.

Список использованных источников

1 Шумаков, Б. Б. Научные основы ресурсосбережения и охраны природы в мелиорации и водном хозяйстве / Б. Б. Шумаков. – М.: ВНИИГиМ, 1998. – 305 с.

2 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с.

3 Мезенцев, В. С. Гидролого-климатические основы проектирования гидромелиораций / В. С. Мезенцев // ОмСХИ. – Омск, 1993. – 128 с.

4 Мезенцева, О. В. Исследования пространственно-временной динамики характеристик естественной тепловлагообеспеченности Западной Сибири и вопросы устойчивости развития сельского хозяйства / О. В. Мезенцева, И. В. Карнацевич, Л. В. Березин // Вестник Томского государственного ун-та. – 2010. – № 331. – С. 210-212.

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

6 Мустафаев, Ж. С. Методологические основы нормирования водопотребности агроландшафтов [Электронный ресурс] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, А.Д. Рябцев // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ч. I. – М.: МГУП, 2009. – Режим доступа: <http://msuee.ru/science/1/cb-09-1.htm>.

7 Бикбулатова, Г. Г. Гидролого-мелиоративные закономерности территориального распределения ресурсов местного стока на территории Западной Сибири и мелиоративные аспекты его использования (на примере Омского Прииртышья): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Бикбулатова Гульнара Гафуровна. – Омск, 2006. – 16 с.

8 Оценка допустимых изъятий стока в бассейнах малых рек: основные методические положения / В. И. Данилов-Данильян [и др.] // Водные ресурсы. – 2006. – Т. 33. – № 2. – С. 224-238.

9 Маркин, В. Н. Сравнение методов определения величины экологически допустимого стока рек / В. Н. Маркин // Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ч. II. – М.: МГУП, 2006. – С. 126-132.

10 Бабкина, И. В. О нормативе допустимого воздействия на малые реки / И. В. Бабкина, О. А. Скоробогатова // Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ч. I. – М.: МГУП, 2008. – С. 256-262.

11 Безднина, С. Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки / С. Я. Безднина. – М.: Рома, 1997. – 186 с.

12 Сошников, А. Ю. Совершенствование организации территории орошаемых агроландшафтов на основе системы автоматизированного землеустроительного проектирования (САЗПР) (на материалах Краснодарского края): автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Сошников Андрей Юрьевич. – М., 2010. – 24 с.

13 Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов: науч. обзор / Г. Т. Балакай [и др.]; ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2011. – 71 с. – Деп. в ВИНТИ 19.07.11, № 349-В2011.

14 Айдаров, И. П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых

Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(13), 2014 г.

и осушаемых сельскохозяйственных земель / И. П. Айдаров, А. И. Голованов, Ю. Н. Никольский. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 58.

15 Манукьян, Д. А. Экологически допустимые пределы ирригационного питания подземных вод на орошаемых землях / Д. А. Манукьян // Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ч. I. – М.: МГУП, 2006. – С. 143-152.

Орлова Инна Владимировна – кандидат географических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем СО РАН (ИВЭП СО РАН), научный сотрудник.

Контактный телефон: 8-923-657-09-03.

E-mail: inna_orlova11@mail.ru

Orlova Inna Vladimirovna – Candidate of Geographic Sciences, Federal State Budget Institution of Science Institute for Water and Environmental Problems Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IWEP SB RAS), Researcher.

Contact telephone number: 8-923-657-09-03.

E-mail: inna_orlova11@mail.ru