

УДК 631.587 (255)

**ПЛОЩАДЬ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ КАК
ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЗАСУШЛИВЫХ
РЕГИОНОВ**

Иванов Павел Вадимович
д.т.н., профессор
*Новочеркасская Государственная мелиоративная
академия, Новочеркасск, Россия*

В статье приводится обзор данных об изменчивости по годам объема производства зерна в России и вариабельности урожайности без орошения и в условиях орошения. Предлагается теоретическое обоснование доли орошаемой площади для обеспечения устойчивости зернопроизводства в засушливых регионах

Ключевые слова: ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА
ЗЕРНА, ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ,
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ, ПЛОЩАДЬ
ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

UDK 631.587 (255)

**AREA OF IRRIGATED LANDS AS A FACTOR
FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL
DEVELOPMENT OF ARID REGIONS**

Ivanov Pavel Vadimovich
Dr.Sci.Tech., professor
*Novocherkassk State Land Reclamation Academy,
Novocherkassk, Russia*

In the article review of data about yearly changeability for the scope of grain production in Russia and variability of crop capacity under irrigation and without it is given. Theoretical substantiation of the part of irrigated area for ensuring sustainability of grain production in arid regions is suggested

Keywords: SCOPE OF GRAIN PRODUCTION,
VARIABILITY OF CROP CAPACITY,
COEFFICIENT OF VARIATION, AREA OF
IRRIGATED LANDS

Наиболее действенными видами мелиорации в условиях российского земледелия, где основная часть пашни расположена в зоне неустойчивого и более 10 % - избыточного увлажнения атмосферными осадками, являются орошение засушливых и осушение переувлажненных земель. О высокой эффективности водных мелиорации свидетельствует опыт мирового и отечественного земледелия, данные научно-исследовательских учреждений и землепользователей.

В мировом земледелии продукцией, получаемой с орошаемых земель, занимающих 17 % пашни, питается почти половина человечества. В Российской Федерации в конце 80-х годов с орошаемых земель, занимавших около 5 % пашни, получали в стоимостном эквиваленте 17 % валовой продукции растениеводства. По данным Всероссийского НИИ орошаемого земледелия (ВНИИОЗ) сочетание орошения с удобрением полей, агролесомелиорацией и другими средствами интенсификации земледелия позволило повысить продуктивность поливного гектара севооборотной площади на светло-каштановых почвах до 10...13 тыс. корм. ед. при коэффициенте устойчивости урожайности 0,92...0,93. Следовательно, базовым

средством интенсификации земледелия, направленным на увеличение объемов производства продовольствия до уровня потребления его по рациональным нормам питания и придания развитию аграрного сектора экономики устойчивости должны стать водные в комплексе с другими видами мелиорации земель [1].

Для перевода агропромышленного комплекса на путь устойчивого развития земледелия засушливых регионов России необходимо расширить площадь орошаемых земель. Размер такого расширения, от которого зависит объем инвестиций в мелиорацию, должен быть экономически и экологически обоснован.

Производство продукции растениеводства в России характеризуется большой изменчивостью по годам. Так в 2003 году объем производства зерна в стране составил 67,2 млн. т., а в 2008 году – 108 млн. т. В отдельные годы как, например, в 1998 году валовый сбор зерна в стране снижался до 47,8 млн. т, а в среднем за 1979-2004 годы он составил 86,3 млн. т. Вариабельность производства зерна за эти годы в целом по стране составила 0,18, а по отдельным регионам в пределах от 0,17 до 0,25 (табл. 1) [1].

Одним из вариантов мелиорации земель, направленной на повышение урожайности и валовых сборов продукции, является освоение деградированных земель, имеющих повышенную плотность, щелочность и кислотность, подверженных опустыниванию, воздействию эрозионных процессов, засолению, заболачиванию и т.д. Проведение таких видов мелиорации восстанавливает плодородие почвы, но не обеспечивает прорывного увеличения объемов производства продовольствия до безопасного уровня. Кроме того, действие некоторых из них как, например, мелиорация солонцов составляет 5-10 лет, после чего необходимо вновь проводить эти мелиоративные мероприятия. Поэтому освоение деградированных земель следует сочетать с более интенсивными видами мелиорации.

Таблица 1 - Показатели вариабельности производства зерна в России

Показатели оценки	Российская Федерация	Природно-экономические регионы				
		Северо-Кавказский	Поволжский	Центрально-Черноземный	Уральский	Западно-Сибирский
Средний объем, млн. т.	89,7	18,7	16,6	9,1	14,6	12,6
Доля участия в общероссийском объеме	1	0,20	0,18	0,10	0,16	0,14
Отклонение производства зерна от среднего, раз: максимальное минимальное	1,26 0,54	1,27 0,69	1,36 0,59	1,14 0,63	1,46 0,38	1,26 0,68
Превышение максимального над минимальным, раз	2,33	1,84	2,30	2,28	2,15	1,85
Коэффициент вариации, C_v	0,18	0,17	0,25	0,22	0,24	0,23

Вариант увеличения производства продовольствия за счет расширения площади пашни ограничивается наличием пахотопригодных земель и экологическими допусками соотношения распаханых и нераспаханных угодий. Эффективность и полезность такого направления работ повышается в сочетании с развитием водных мелиораций [1].

Одним из важнейших резервов повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий является устранение сформировавшегося за последние годы дефицита гумуса и элементов минерального питания в почве. При благоприятном водном режиме почвы оптимизация пищевого режима способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур на

15-20 % и более. Однако в засушливые годы удобрения на неорошаемой площади действуют менее эффективно и даже могут вызвать снижение урожайности. Особенно высокая эффективность применения удобрений на мелиорированных, орошаемых и осушенных землях.

Наметившееся с 2002 г. снижение темпов развития сельского хозяйства и постоянная зависимость растениеводства от рисков, связанных с неблагоприятными погодными условиями, в особенности засухами и суховеями, отрицательно влияют на устойчивость объемов производства сельскохозяйственной продукции. Образующийся в засушливые годы дефицит продовольствия обуславливает высокую долю импорта продуктов питания и сырья, особенно животного происхождения [1].

Г. Кулик отмечает, что в период 1986-1990 годов Россия устойчиво вышла на объем производства зерна 100...105 млн. т или по 700...750 кг на одного жителя. В период 1991-1996 годов валовые сборы сократились до 70...75 млн. т, а за последние пять лет (2006-2010 гг) составили в среднем 88,7 млн. тонн. При этом если учитывать уменьшение численности населения, производство зерна на душу населения снизилось на 13 процентов и составляет всего 620 кг [2].

В [3] указывается, что 1 га орошаемой земли по продуктивности эквивалентен 7 га неорошаемой (для США это соотношение равно 1 к 4). Даже разовое увлажнение почвы в степной зоне, каким является влагозарядковое орошение, повышает урожайность зерна пшеницы на 30%, а многолетних трав - в 2 раза. На орошаемых землях получают наиболее высокие и устойчивые урожаи - в 2-3 больше, чем на неорошаемых землях, а в очень засушливых районах - в 10-20 раз. Влияние орошения особенно сильно сказывается в сухие годы. Так, в Поволжье в сухие годы урожай на орошаемых землях был больше на 20...34 ц/га, сахарной свеклы – на 316...468 ц/га, люцерны (сена) – на 70,6...165,9 ц/га, чем на неорошаемых землях (табл. 2).

Таблица 2 - Урожай сельскохозяйственных культур при орошении и без орошения [3]

Культура	Урожай, ц/га		Прибавка урожая от орошения	
	без орошения	при орошении	ц/га	%
1. Умеренно-засушливая зона на обыкновенных черноземах (данные Безенчукской опытной станции)				
Озимая пшеница	26,8	48,6	21,8	81,4
Яровая пшеница	20,2	40,5	20,3	100
Кукуруза на силос	159	671	512	322
Сахарная свекла	275	591	316	115
Люцерна на сено	35	129	94	268
2. Засушливая зона на темно-каштановых почвах (данные ВолжНИИГиМ)				
Озимая пшеница	18,9	50,4	31,5	167
Яровая пшеница	12,6	35,3	22,7	180
Кукуруза на силос	285,0	582,0	297,0	100
Люцерна на сено	13,3	83,9	70,6	531
3. Резко засушливая зона на светло-каштановых почвах (данные Валуйской опытной станции)				
Озимая пшеница	6,7	40,6	33,9	506
Яровая пшеница	4,6	33,4	28,8	626
Кукуруза на зерно	7	44,0	37,0	528
Сахарная свекла	109	510	401,0	390
Люцерна на сено	25	190,9	165,9	665

По данным, приведенным в [4], коэффициент вариации производства продукции растениеводства в Поволжском регионе изменяется от 0,22 в республике Татарстан до 0,39 и 0,45 соответственно в Саратовской и Волгоградской областях, а на светло-каштановых почвах повышается до 0,71. В Северо-Кавказском регионе, отличающемся более благоприятными агроклиматическими условиями и имеющем в структуре пашни более 10 %

орошаемых земель, коэффициент вариации составляет 0,17. В остальных природно-экономических регионах из-за незначительного удельного веса орошения в площади пашни, изменяющегося от 1,4 до 5,1 %, оно не оказало существенного влияния на устойчивость производства зерна [4].

В качестве критерия обоснования требуемой площади орошаемых земель в [4] предлагается использовать среднюю устойчивость (коэффициент вариации $C_V = 0,1 \dots 0,2$), которая характеризовалась бы получением зерна на душу населения не менее 600 кг, принятого в качестве нижнего показателя продовольственной безопасности.

Нами предлагается следующее теоретическое обоснование площади орошаемых земель региона.

Пусть y_0 – среднемноголетняя урожайность сельскохозяйственной культуры при орошении, а y_6 – урожайность без орошения. Известны коэффициенты вариации урожайности C_{V_0} и C_{V_6} при орошении и без него, соответственно, которые получены по данным многолетних наблюдений.

Обозначим: x – доля орошаемой площади (в процентах от общей площади земель, пригодных для орошения). Тогда $(100 - x)$ – доля площади земель без орошения. Оценим относительный объем получаемой сельскохозяйственной продукции (эффект) на соответствующей доли площади. Допустив, что случайная величина эффекта имеет нормальное распределение около среднего значения, ее интервал варьирования в каждую сторону принимаем размером среднего квадратического отклонения.

Средний эффект получаемый при орошении ($\bar{\mathcal{E}}_0$) и его нижняя (\mathcal{E}_0^-) и верхняя (\mathcal{E}_0^+) границы равны

$$\bar{\mathcal{E}}_0 = y_0 \cdot x$$

$$\mathcal{E}_0^- = (1 - C_{V_0}) \cdot y_0 \cdot x$$

$$\mathcal{E}_0^+ = (1 + C_{V_0}) \cdot y_0 \cdot x.$$

Средний эффект получаемый без орошения ($\bar{\mathcal{E}}_0$) и его нижняя (\mathcal{E}_0^-) и верхняя (\mathcal{E}_0^+) границы равны

$$\bar{\mathcal{E}}_0 = y_0 \cdot (100 - x)$$

$$\mathcal{E}_0^- = (1 - C_{V_0}) \cdot y_0 (100 - x)$$

$$\mathcal{E}_0^+ = (1 + C_{V_0}) \cdot y_0 (100 - x).$$

Средний общий эффект получаемый на всей (как орошаемой так и неорошаемой) площади равен

$$\bar{\mathcal{E}} = \bar{\mathcal{E}}_0 + \bar{\mathcal{E}}_6 = y_0 x + y_6 (100 - x).$$

Допуская, что границами $\bar{\mathcal{E}}$ являются суммы соответствующих границ $\bar{\mathcal{E}}_0$ и $\bar{\mathcal{E}}_6$, имеем

$$\mathcal{E}^- = (1 - C_{V_0}) y_0 x + (1 - C_{V_6}) \cdot y_6 (100 - x)$$

$$\mathcal{E}^+ = (1 + C_{V_0}) y_0 x + (1 + C_{V_6}) \cdot y_6 (100 - x).$$

При таких границах коэффициент вариации общего эффекта равен

$$C_v = \frac{C_{V_0} \cdot y_0 x + C_{V_6} \cdot y_6 (100 - x)}{y_0 x + y_6 (100 - x)}. \quad (1)$$

Причем $C_{V_0} \leq C_v \leq C_{V_6}$.

Из (1) следует, что искомая доля орошаемой площади в процентах от общей площади земель составит

$$x = \frac{(C_{V_6} - C_v) \cdot y_6}{(C_v - C_{V_0}) \cdot y_0 + (C_{V_6} - C_v) \cdot y_6} \cdot 100\% \quad (2)$$

В качестве исходных данных были приняты средние многолетние данные урожайности сельскохозяйственных культур в ОПХ "Орошаемое" ВНИИОЗ (табл. 3).

Таблица 3 - Вариабельность урожайности сельскохозяйственных культур в ОПХ "Орошаемое" ВНИИОЗ [4]

Сельскохозяйственные культуры	Период наблюдений, гг.	Число лет наблюдений	Водные режимы	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент вариации, C_v
1. Озимая пшеница	1976-1999	24	при орошении без орошения	6,42 1,75	0,07 0,54
2. Люцерна на зеленую массу	1972-1999	28	при орошении без орошения	82,5 6,4	0,08 0,73
3. Кукуруза на силос	1980-1999	20	при орошении без орошения	67,3 10,2	0,08 0,68
4. Кукуруза на зерно	1981-1999	19	при орошении без орошения	8,3 1.8	0,07 0.48

Результаты расчета по зависимости (2) приведены в таблице 4.

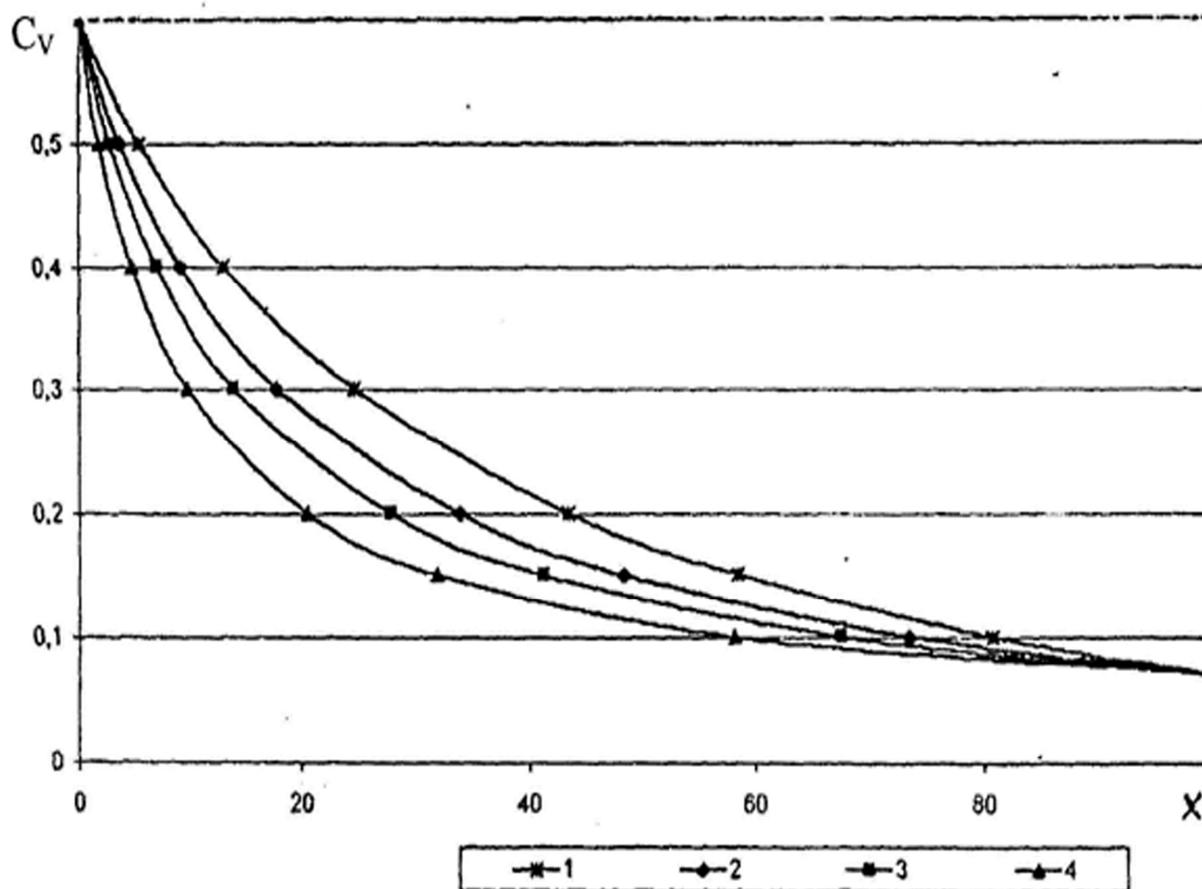
Таблица 4 - Доля орошаемой площади (%) в зависимости от C_v

C_v	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40
1. Озимая пшеница	80,0	57,1	41,6	22,1	10,4
2. Люцерна на зеленую массу	71,0	39,1	25,5	13,2	7,4
3. Кукуруза на силос	81,5	53,4	37,7	20,8	11,7
4. Кукуруза на зерно	73,3	47,2	31,8	14,5	5,0

Для предания устойчивости земледелия засушливого региона представляет интерес зависимость площади орошаемых земель от отношения урожайностей при орошении и без него. Из зависимости (2) имеем

$$x = \frac{(C_{V_0} - C_V) \cdot 100\%}{(C_V - C_{V_0})y_0 / y_0 + C_{V_0} - C_V} \quad (3)$$

Графическая интерпретация зависимости (3) при $C_{V_0} = 0,07$ и $C_V = 0,60$ приведена на рисунке 1.



1 - $y_0/y_0 = 4$; 2 - $y_0/y_0 = 6$; 3 - $y_0/y_0 = 8$; 4 - $y_0/y_0 = 12$

Рисунок 1 - Семейство зависимостей $x = f(y_0/y_0, C_V)$ при $C_{V_0} = 0,07$ и $C_V = 0,60$

Из рисунка следует, что для устойчивого развития сельского региона при $C_V = 0,2$ площадь орошаемых земель в зависимости от соотношения урожайности при орошении и без него должна составлять 20 % при $y_0/y_6 = 12$.

Полученные нами расчетные значения орошаемой площади согласуются с мнением В.А Попова, который считает, что «для обеспечения продовольственной безопасности России необходимо, чтобы площадь орошаемых земель составляла 17...18 % к площади пашни. В этом случае урожаи будут достаточно высокими и стабильными» [5].

Следовательно, для придания сельскому хозяйству страны достаточности и устойчивости развития экономики необходимо расширить наличие комплексно мелиорируемых земель с увеличением площади орошаемых угодий.

Список литературы

1. Концепция целевой программы «Мелиорация сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года». М.: Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства Россельхозакадемии, 2009. 40 с.
2. Кулик Г. Восстановить производство зерна — важнейшая задача для России, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.unicon-tula.ru/news/53/>. - 16.02.2011.
3. Шуравилин А.В., Кибека А.И. Мелиорация. М.: ИКФ "ЭКМОС", 2006. 944 с.
4. Концепция мелиораций сельскохозяйственных земель в России/ Под общей редакцией академиков РАСХН А.В. Гордеева и Г.А. Романенко. – М.: ФГНУ ЦНТИ "Мелиоводинформ", 2006. 42 с.
5. Попов В.А. Продовольственная обеспеченность: проблема генной инженерии или инженерной мелиорации // Мелиорация и водное хозяйство. 2007. № 3. С. 14–16.