

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ имени А.Н. КОСТЯКОВА»**

**МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ – НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АПК НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ
ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы международной
научно-практической конференции
24-25 октября 2018 г.

Москва 2019

УДК 631.6:502.62:519.6
ББК 40.6

Мелиорация земель – неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции 24-25 октября 2018 г. –М.: Изд. ВНИИГиМ, 2019. - 597 с.
ISBN 978-5-9906860-9-0

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции, посвященной проблемам мелиорации земель Нечерноземной зоны РФ как фактора повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Рассмотрены современные проблемы мелиорации земель в различных субъектах Российской Федерации, а также в Республике Беларусь, и возможные пути их решения. Представлены доклады, посвященные социальным и экономическим аспектам развития Нечерноземья, совершенствованию осушительно-увлажнительных систем и созданию гидромелиоративных систем нового поколения, инновационным технологиям восстановления плодородия почв, обеспечению безопасности и надежности эксплуатации гидромелиоративных систем и гидротехнических сооружений. Выделены доклады, представленные молодыми учеными на состоявшемся в рамках конференции молодежном Форуме.

Все доклады публикуются в авторской редакции в соответствии с заявленными требованиями.

Редакционный совет: д.с-х.н. В.А. Шевченко, акад. РАН, д.т.н. Б.М. Кизяев, д.т.н. Л.В. Кирейчева, д.т.н. С.Д. Исаева, д.т.н. И.Ф. Юрченко, к.т.н. А.О. Щербаков, к.т.н. Г.Х. Бедретдинов, к.г.-м.н. Н.В. Коломийцев, к.т.н. Е.Э. Головинов, А.Л. Бубер, Е.Н. Гетьман

УДК 631.6:502.62:519.6
ББК 40.6

ISBN 978-5-9906860-9-0

©ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2019
©Издательство ВНИИГиМ, 2019

Список использованных источников

1. Торопцева Н. Рынок торфа в России // Электронный ресурс: <http://www.indexbox.ru/news/po-itogam-goda-dobicha-torfa-snizilas/>

УДК 631.6

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕДОСТАТКА ПРИРОДНОЙ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Капустина Т.А., Замаховский М.П., Медведева Е.В.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, РФ

Природная влагообеспеченность вегетационного периода, оказывающая первостепенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, определяется динамическим взаимодействием составляющих водного баланса сельскохозяйственного поля: величины продуктивных запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы, накопленных за осенне-зимний период, атмосферных осадков и интенсивности влагообмена в зоне аэрации, теплоэнергетическими ресурсами вегетационного периода и эвапотранспирацией сельскохозяйственных угодий [1,2,3].

Недостаток природной тепло-влагообеспеченности приводит к тому, что фактическое водопотребление растений (эвапотранспирация) E_{vi} становится меньше оптимального E_{vopt} . В засушливые и сухие этапы вегетационного периода вследствие этого наблюдается значительное нарушение роста и развития растений и существенное снижение их урожайности, поэтому и возникает необходимость орошения сельскохозяйственных культур [4,5].

Нечерноземная зона Российской Федерации относится к природно-климатической зоне избыточного увлажнения, в которой в первую очередь, необходимо проведение осушительных мелиораций, однако из-за неравномерного выпадения осадков и недостаточной влагообеспеченности, природные ресурсы влаги не обеспечивают полностью потребность растений в воде, возникает дефицит водного баланса, особенно часто в весенне-летний период года, который необходимо ликвидировать за счет орошения [5].

Расчет и обоснование оросительных норм и режимов орошения для природно-климатических условий Нечерноземной зоны представляет собой сложную проблему, связанную с высокой пространственно-временной изменчивостью естественной тепло-влагообеспеченности региона.

В статье представлены методика расчета суммарного водопотребления и оросительных норм сельскохозяйственных культур, а также произведена оценка влияния природной тепло-влагообеспеченности на урожайность сельскохозяйственных культур.

В результате анализа научно-технических материалов и многолетних исследований ФГБНУ ВНИИ «Радуга» установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур снижается как в случае непрерывного на протяжении всего вегетационного периода накопления дефицита влаги, так и тогда, когда дефицит влагообеспеченности возникает в отдельные фазы развития растений, особенно

сильно проявляется эта закономерность при возникновении дефицита влаги в «критические» фазы развития сельскохозяйственных культур.

Изменение величины фактической урожайности U_i и диапазона отклонений от максимальной урожайности U_{max} агробиоценозов, под влиянием дефицита влагообеспеченности, имеет высокую волатильность (значительно варьирует) по природно-климатическим зонам, в связи с пространственно-временной изменчивостью теплоэнергетических характеристик вегетационного периода, агрофизическими свойствами и плодородием почвы, биологическими особенностями растений и культурой земледелия [3,4,5].

Разница между максимальной U_{max} и расчетной U_p урожайностью сельскохозяйственных культур составляет до 20...50%, в зависимости от биологических особенностей сельскохозяйственных культур, при высоком уровне и качестве реализации технологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур, в конкретной природно-климатической зоне (табл. 1).

Учитывая тот факт, что в практике орошаемого земледелия в последнее время уровень агротехники значительно повысился, и выросла фактическая урожайность сельскохозяйственных культур, достижение проектной (расчетной) урожайности U_p представляется вполне реальным, особенно при соблюдении нормативных требований зональных систем земледелия и режимов орошения сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Таблица 1 - Урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых землях ЦФО

Орошаемая культура	Максимальная урожайность U_{max} , ц/га	Проектная (расчетная) урожайность U_p , ц/га
Яровая пшеница	50-55	30-40
Люцерна на сено	120-140	80-90
Кукуруза на силос	600-700	400-450
Сахарная свекла	500-600	400-500
Капуста поздняя	600-700	500-600
Картофель	300-350	200-250

Главная качественная закономерность снижения урожайности при недостатке естественного увлажнения и снижении суммарного водопотребления заключается в том, что при кратковременных дефицитах водообеспеченности урожайность растений снижается незначительно, а при больших и продолжительных дефицитах водного баланса снижение урожайности может достигать катастрофических значений [3,4,5].

Зависимость снижения урожайности сельскохозяйственных культур от уровня их водообеспечения для случая равномерного в течение вегетации накопления дефицита воды в обобщенном виде формализуется параболической кривой [1,4,5]. Для исключения влияния внешних и внутренних факторов, не поддающихся учету, и повышения точности расчетных зависимостей принята относительная система координат для независимых переменных.

В общем виде в относительной системе координат параболическая зависимость может быть представлена следующим образом:

$$\Delta Y_i = A + B \cdot \Delta \ell_{vi} + C \cdot \Delta \ell_{vi}^2 \quad (1)$$

где: ΔY_i – относительное снижение урожайности в долях от расчетной (максимальной, плановой, проектной);

A, B, C – коэффициенты уравнения, получаемые в результате аппроксимации экспериментальных данных;

$\Delta \ell_{vi}$ – относительное снижение водообеспечения (фактического водопотребления) культуры в долях от $E_{v_{onm}}$.

Переменные уравнения (1) вычисляются по формулам:

$$\Delta \ell_{vi} = 1 - \frac{E_{vi}}{E_{v_{onm}}}, \quad (2)$$

$$\Delta Y_i = 1 - \frac{Y_i}{Y_p} \quad (3)$$

где: $E_{v_{onm}}$ – оптимальное водопотребление (эвапотранспирация) при оптимальном уровне водообеспечения растений, в мм или м³/га;

E_{vi} – водопотребление при фактическом водообеспечении растений, в мм или м³/га;

Y_p – расчетная урожайность при оптимальном водообеспечении растений и реализуемом уровне агротехники, ц/га или т/га;

Y_i – фактическая урожайность культуры при дефицитном водообеспечении растений, ц/га или т/га.

Анализ имеющихся экспериментальных данных зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от уровня водообеспечения свидетельствует о том, что влияние относительного снижения водообеспечения растений на относительное снижение их урожайности носит слабовыраженный зональный характер и в значительной степени определяется биологическими особенностями сельскохозяйственных культур, уровнем агротехники и степенью снижения водообеспечения растений (табл. 2) [2,5].

Таблица 2 – Уравнения связи относительного снижения урожайности и относительного снижения водообеспечения для некоторых сельскохозяйственных культур

Культура	Уравнения связи $\Delta Y_i = f(\Delta \ell_{vi})$
Яровая пшеница	$\Delta Y_i = - 0,003 + 0,63\Delta \ell_{vi} + 0,77\Delta \ell_{vi}^2$
Люцерна на сено	$\Delta Y_i = - 0,002 + 0,33\Delta \ell_{vi} + 1,07\Delta \ell_{vi}^2$
Сахарная свекла	$\Delta Y_i = - 0,0019 + 0,45\Delta \ell_{vi} + 0,75\Delta \ell_{vi}^2$
Кукуруза на силос	$\Delta Y_i = - 0,026 + 0,64\Delta \ell_{vi} + 0,86\Delta \ell_{vi}^2$
Капуста поздняя	$\Delta Y_i = - 0,024 + 1,08\Delta \ell_{vi} + 0,36\Delta \ell_{vi}^2$
Картофель поздний	$\Delta Y_i = - 0,025 + 0,91\Delta \ell_{vi} + 0,45\Delta \ell_{vi}^2$

Заметим, что коэффициенты уравнений из таблицы 2 были получены в результате аппроксимации экспериментальных данных. Полученные уравнения описывают зависимость относительного снижения урожайности от относительного снижения водообеспечения приближенно.

Результаты расчетов снижения урожайности люцерны на сено, картофеля позднего, сахарной свеклы и капусты поздней по уравнениям связи приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Снижения урожайности от относительного снижения водообеспечения сельскохозяйственных культур по уравнениям связи

Год		Суммарное водопотребление E_{vont} , мм	Оросительная норма ΔE_v , мм	Природная влагообеспеченность E_v , мм	Относительный недостаток природной влажности $\Delta \lambda_v$	Коэффициент снижения урожайности ΔY	Снижение урожайности, ц/га ΔU_i	Урожайность ц/га U_i
Люцерна на сено, проектная урожайность 90 ц/га								
Средневлажный	P=25%	321	20	301	0,06	0,02	2,04	87,96
Средний	P=50%	350	70	280	0,20	0,11	9,61	80,39
Среднесухой	P=75%	375	92	283	0,25	0,14	12,90	77,10
Сухой	P=95%	431	155	276	0,36	0,26	22,96	67,04
Картофель поздний, проектная урожайность 250 ц/га								
Средневлажный	P=25%	330	23	307	0,07	0,04	10,15	239,85
Средний	P=50%	380	35	345	0,09	0,06	15,66	234,34
Среднесухой	P=75%	415	74	341	0,18	0,15	37,89	212,11
Сухой	P=95%	492	115	377	0,23	0,21	53,07	196,93
Сахарная свекла, проектная урожайность 500 ц/га								
Средневлажный	P=25%	202	70	132	0,35	0,24	122,05	377,95
Средний	P=50%	220	90	130	0,41	0,31	153,85	346,15
Среднесухой	P=75%	240	140	100	0,58	0,52	257,90	242,10
Сухой	P=95%	270	155	115	0,57	0,50	251,80	248,20
Капуста поздняя, проектная урожайность 600 ц/га								
Средневлажный	P=25%	266	30	236	0,11	0,10	61,43	538,57
Средний	P=50%	290	60	230	0,21	0,21	128,92	471,08
Среднесухой	P=75%	310	100	210	0,32	0,36	217,11	382,89
Сухой	P=95%	340	170	170	0,50	0,61	363,60	236,40

Анализ полученных данных показывает, что в лесостепной зоне ЦЧО в зависимости от влагообеспеченности года природная водообеспеченность снизится от оптимальной для различных культур на 18...58%. В среднесухой год (75% обеспеченности) коэффициент снижения урожайности изменяется от 14% до 52% для различных культур.

Более точные зависимости можно легко получить, если известны фактические средние значения Y_i урожайности культуры в разные годы обеспечения дефицита водопотребления. По этим значениям и формуле (3) вычислены значения коэффициента снижения урожайности.

График зависимости между значениями $\Delta \lambda_i$ и ΔY_i построен в табличном процессоре Excel с добавлением параболической линии тренда. На графике выводится уравнение линии и коэффициент детерминации R^2 (рис. 1). Полученное этим методом уравнение связи является уточненным.

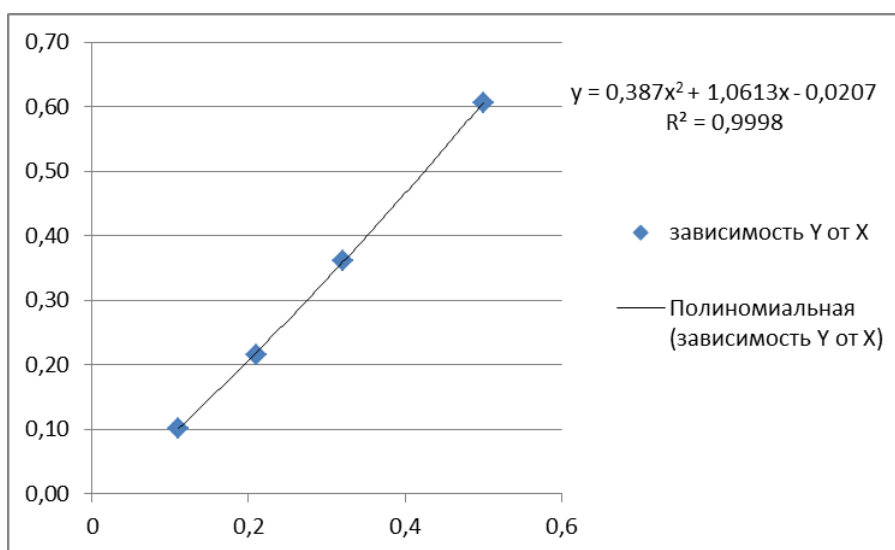


Рисунок 1 - Поле корреляции и параболическая регрессионная модель

В качестве примера получим уточненное уравнение связи относительного снижения урожайности от относительного снижения водообеспеченности для капусты поздней (табл. 4).

Таблица 4 - Расчетные значения для установления уравнение связи относительного снижения урожайности и относительного снижения водообеспеченности для капусты поздней

$\Delta \lambda_i$	Y_i , ц/га	ΔY_i	$\Delta \hat{Y}_i$
0,11	538,57	0,1024	0,1024
0,21	471,08	0,2149	0,2149
0,32	382,89	0,3619	0,3619
0,50	236,40	0,6060	0,6060

По полученным расчетным данным построены поле корреляции относительного снижения (Y) урожайности капусты поздней от относительного снижения водообеспеченности (X) и график параболической регрессии этой корреляции.

Уравнение регрессии и коэффициент детерминации, показывает, что 99,98% всей вариации Y обусловлены влиянием X (рис. 1).

Регрессионная модель записывается в виде (1)

$$\Delta \hat{Y}_i = -0,0207 + 1,0613 \cdot \Delta \lambda vi + 0,387 \cdot \Delta \lambda vi^2 \quad (4)$$

Полученное уточненное уравнение несущественно отличается от уравнения связи для капусты поздней (табл. 2), однако оно позволяет более точно вычислять снижение урожайности при различных значениях природной влагообеспеченности $\Delta \lambda vi$.

Очевидно, что для фактических значений урожайности сельскохозяйственных культур в разные годы по обеспеченности дефицита водного баланса, описанным методом, могут быть получены уточненные универсальные уравнения, характеризующие зависимости: «урожайность – влагообеспеченность», в относительной системе координат, а, следовательно, выполнен достоверный прогноз урожайности сельскохозяйственных культур при проектировании гидромелиоративных систем.

Для технико-экономического и экологического обоснования параметров гидромелиоративных систем, прогнозирования урожайности и планирования орошения сельскохозяйственных культур, актуально проведение научных исследований влияния природной тепло-влагообеспеченности на урожайность сельскохозяйственных культур с учетом пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий, почвенного плодородия и структуры севооборотов в различных природно-климатических зонах России.

Список использованных источников

1. Ольгаренко В.И. Ольгаренко Г.В. Нормирование суммарного испарения агроценозов с учетом гидрометеорологических условий // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. - 2001. - № 2. - С.55-59.
2. Аванесян И.М. Капустина Т.А., Спирина Е.Ю. Исследование и оценка циклических изменений климатических показателей по природным зонам агроландшафтов Нечерноземья и ЦЧО // Достижения науки и техники АПК. – М. 2016. Т. 30. № 11.- С. 24-27.
3. Капустина Т.А., Цекоева Ф.К., Бочкарева А.И. Анализ влияния природной влагообеспеченности на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Северного Кавказа // Достижения науки и техники АПК. – М. 2016. Т. 30. № 11.- С. 24-27.
4. Никольский, Ю.Н., Шабанов, В.В. Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорированных земель/ В журнале «Гидротехника и мелиорация», № 9. - М., 1986.
5. Носенко, В.Ф., Данильченко, Н.В., Аванесян, И.М. Разработать методику оценки степени снижения урожайности с-х культур при сокращении оросительной нормы по сравнению с оптимальной /Отчет о НИР ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», 1997.
6. Ольгаренко Г.В., Капустина Т.А. Планирование режимов орошения с учетом пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий. / Материалы Международной конференции «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». Санкт-Петербург, 20-21 сентября 2012 г. – СПб.: Любавич, 2012. – С. 359-363.

Ефремов А.Н., Решетников Н.Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВКА УЧАСТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	151
Иванникова Н.А., Нефедов А.В., Евсенкин К.Н. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕНА ВИКО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ.....	159
Иванов А.И., Соколов И.В. НАСУЩНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВТОРИЧНОГО ОСВОЕНИЯ ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ОБОРОТА ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ	162
Иванова Ж.А., Соколов И.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА НА ДЕГРАДИРОВАННОЙ ПОЧВЕ	166
Иванова Ж.А., Фрейдкин И.А., Соколов И.В. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА	171
Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., Амбросимова Н.Н. КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ (GALEGA ORIENTALIS) КАК СРЕДСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ	176
Игловиков А.В., Денисов А.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	182
Ильинский А.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ	187
Ильинский А.В., Игнатенок В.А. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИЕМА МЕЛИОРАЦИИ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ МЫШЬЯКОМ.....	190
Инишева Л.И. РОЛЬ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ В ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	193
Капустина Т.А., Замаховский М.П., Медведева Е.В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕДОСТАТКА ПРИРОДНОЙ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ НА БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ	199
Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ДРЕНАЖНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД, ПОСТУПАЮЩИХ В РЕЧНУЮ СЕТЬ БАССЕЙНА РЕКИ ВОЛГИ С ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ.....	205
Корнеев А.Ю., Мартынова Н.Б., Поддубный В.И. МАШИНЫ ДЛЯ УКЛАДКИ КАПЕЛЬНОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ.....	212