

МИНИСТЕРСТВО ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ  
И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Техн. Мол.*

На правах рукописи

КАМБАРОВ Бахадыр Фаттахович

УДК 631.674.1:631.61

**ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ И ВОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ  
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ  
В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ УЗБЕКИСТАНА**

06.01.02 — Мелиорация и орошаемое земледелие

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Ташкент — 1994

Хурматли ишаниз Холдаг Мамбурдиевичи  
автореферат

Работа выполнена в институте повышения квалификации  
руководящих работников и специалистов Госкомводстроя.

Научный консультант — академик, доктор технических наук,  
Н. Р. Хамраев

Официальные оппоненты — Заслуженный ирригатор Узбеки-  
стана, заслуженный деятель науки  
ККАР, доктор технических наук,  
профессор Рахимбаев Ф. М.

Доктор технических наук, профес-  
сор Зияходжаев М. З.

Доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Толипов Г. А.

Ведущая организация — Научно-исследовательский институт  
хлопководства РУз

Защита состоится « 23 » *сентября* 1994 г. в \_\_\_\_\_ час.  
на заседании специализированного совета Д. 120.06.21 по при-  
суждению ученой степени доктора технических наук в Таш-  
кентском институте инженеров ирригации и механизации  
сельского хозяйства (700000, ГСП, г. Ташкента, ул. Кары-Ния-  
зова, 39).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
ТИИИМСХ.

Автореферат разослан « 19 » *ноября* 1994 г.

Ученый секретарь  
Специализированного Совета  
доктор технических наук, профессор

*М. Р. Бакиев*

М. Р. БАКИЕВ

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** В условиях влияния нарастания дефици-  
та водных ресурсов и возникающей при орошении стока, вызывающий  
эрозию почв на новоосвоенных землях предгорья Узбекистана, требу-  
ется новые концептуальные решения рационального использования во-  
ды, земель и защиты склонов от эрозии на базе ресурсов и водосбере-  
гающих технологий орошения. Интенсивность и размах эрозии, сниже-  
ние плодородия почв, большие затраты воды — зависят не только от  
сочетания и взаимодействия природных факторов, но в значительной  
мере и от производственной деятельности человека. Решение задач по  
разработке комплексных агротехнических и мелиоративных мероприятий  
по совершенствованию техники и технологии поливов, научные основы  
защиты почв от эрозии, рассматриваются в диссертации.

Исследования проведены в соответствии с тематикой научных  
работ САНИИРИ, АИХ, ТИИИМСХ, государственными координационными пла-  
нами важнейших исследований по решению проблем ГКНТ бывшего Союза  
с 1962 по 1993 годы.

**Цель работы** заключается в обосновании, создании и внедрении  
противоэрозийной и водосберегающей техники и технологии орошения  
в предгорной зоне Узбекистана, способствующие решению задач интен-  
сификации орошаемого земледелия: экономно использовать водные и  
трудовые ресурсы, ускорить темпы воспроизводства плодородия ново-  
освоенных земель с большими уклонами, уменьшить материальные и тру-  
довые затраты на производство продукции земледелия.

Для достижения этой цели были выполнены следующие исследова-  
ния и разработки:

- изучение процессов взаимодействия потока воды в поливной  
борозде и свойств почв на смываемость, на качество увлажнения скло-  
на, и на основании чего разработан метод расчета рациональных эле-  
ментов техники полива;

- изучение процессов влияния противоэрозийных средств и при-  
емов орошения, улучшающие агрофизические и др. свойства почв, позво-  
ляющие повысить стойкость к эрозии, и увеличить водоудерживающую  
способность почвы, уменьшить или увеличить скорости воды в борозде  
согласно крутизне склона для регулирования качества полива и увели-  
чения производительности труда в зависимости от длины и крутизны  
склона;

- изучение, разработка, испытание совершенных противоэрозий-

ных конструкций поливных борозд, методов подготовки поля для нарезки борозд на новых освоенных землях, относящихся к категории трудномелиорируемых;

- изучение и испытание технологических приемов орошения по бороздам, районирование их в благоприятных природных условиях, а также локального, внутрипочвенного, капельного орошения в неблагоприятных для бороздочного полива почвенно-рельефных условиях предгорной зоны.

Объекты исследования. Исследования по госбюджетной и хозяйственной тематике выполнены на массивах площади от 120 до 11400 га, орошаемые с помощью самотечно-насосного водозабора из источников орошения на 12 опытно-производственных участках: НИСТО САНИИРИ; Карасуйская опытная станция КиргНИОЗ; Туракурганская, Учтинская насосные станции, зона БНК в Наманганской области; Экин-текин, Аскае-адари в Андижанской области; зона Паркентского канала Ташкентской области, а также в составе экспедиций Совгизпродхоза, Средазгипро-водхлопка, ТИИИМСХ, АИХ. Участки комплексного исследования методов орошения размещались на строящихся и построенных водохозяйственными организациями системах орошения. Опытно-исследовательские участки охватывали все многообразие природных условий от гор до пустынных слабохолмистых равнин. Исследования проводились под руководством и при непосредственном участии автора, сотрудниками и аспирантами САНИИРИ, ТИИИМСХ.

Методика исследований основана на принципах, отвечающих намеченной цели планируемого эксперимента в лабораторных и в полевых условиях, с проверкой результатов исследований для получения урожая в хозяйственных условиях, данные которых обрабатывались методом Доспехова (1979). В основу оценки водопотребления растений и учета урожая были приняты методики САНИИРИ, СовЗНИХИ, ТашСХИ, МГМИ, ТИИИМСХ, МГУ (лаборатория эрозии почв), с учетом адекватности математических и физических процессов с их корректировкой для условий аридной зоны горно-предгорных земель и использование их для направления интенсификации земледелия. Сопоставительные результаты лабораторных и стационарных полевых опытов применялись для построения зависимостей и определения критерия достоверности с подтверждением полученного урожая сельскохозяйственных культур на сытных участках. Систематизация и анализ материалов взаимосвязи параметров орошения и элементов технологии поливов проводились на ЭВМ.

Для обоснования выбора рациональных параметров техники полива была выбрана методика, позволяющая оценить совершенные приемы орошения с изучением водного баланса, а также баланса питательных элементов и почвенной массы с последующим выходом на прогнозирование плодородия почв и программирования урожая для каждой разновидности почв.

Общая методика исследований орошения подтверждена рядом положений по новизне разработок для трудномелиорируемых земель предгорной зоны, доказана достоверностью научных положений многолетними стационарными опытами, испытаниями различных предложений в условиях хозяйств, а также одним авторским свидетельством.

Научная новизна. На основании лабораторных и полевых стационарных опытов установлены: закономерность формирования эрозии почв; режима увлажнения склонов; влияние негативных свойств почв на процесс орошения, наблюдающийся при освоении новых предгорных земель. На этой основе разработаны качественно новые приемы подготовки почв и поливов на склонах, направленные на охрану почв от эрозии, на сохранение эффективности орошаемых земель, на экономию воды и др. ресурсов, которые послужили основой для следующих положений:

- особенности и закономерности изменчивости проявления размывающей, транспортирующей способности поливных струй по сопротивляемости почв процессам эрозии, послужившие в дальнейшем основой для определения эродированности почв и выбора поливной струи в борозду;

- метод обоснования оптимальных сочетаний элементов техники полива с учетом допустимой величины смыва почв и равномерности увлажнения склона;

- ресурсо и водосберегающие технологии поливов с различными конструкциями борозд по сечению и способам нарезки на склонах; а также с применением полимеров и поликомплексов для обеспечения высокого коэффициента использования воды на поле и снижения смыва почв;

- экономичные и водосберегающие методы подготовки полей и технические приемы орошения на суффозионных, просадочных, оползнево-опасных участках, а также на землях подверженных оврагообразованию, на слабопроницаемых и сильноводопроницаемых почвах крутых склонов;

- рациональные схемы различных приемов орошения по природным условиям освоенных земель;

- водосберегающие технологии орошения в условиях, затрудненных для внедрения бороздочного полива - локальное, внутрипочвенное, капельное орошение;

- методы оценки совершенных приемов орошения по надежности и энергоэффективности, особенно в условиях новоосвоенных земель в зонах с ограниченными ресурсами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

## 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.

В настоящее время в орошаемом земледелии произошла качественная трансформация бороздкового полива, проявившаяся в потерях воды на сбросы до 59%, на смылы почв до 51 т/га с потерями гумуса до 590 кг/га, азота до 50 кг/га, фосфора до 83 кг/га, повышающие ПДК загрязнения оросительной воды до 5,6 раз. Ирригационная эрозия распространилась с 400 тыс. га до 1,4 млн. га, затраты энергии до 2,1 млрд джоулей, ручного труда до 3,3 млрд ч/часов.

Основная цель решения проблемы – разработка и обоснование теоретических и практических предпосылок для совершенствования поливов в периоды маловодья. Опытные участки, выбранные по В.В. Шабакову, охватывают все многообразие климата: с температурой воздуха  $34^{\circ}\text{C} \dots 48^{\circ}\text{C}$ , с осадками 174...786 мм, максимальной температурой  $23^{\circ}\text{C} \dots 36^{\circ}\text{C}$ ; по рельефным условиям от гор к долине; на почвах темного, типичного, светлого серозёмов, серобурокаменистых и заглинованных почв (категории А, Б, В, Г, Д). Темные серозёмы размещены на более высоких отметках, имеют наибольшее количество осадков, по механическому составу – тяжёлые суглинистые, слабо водопроницаемые – это зона садовиноградных культур, кормовых культур. Типичные серозёмы размещены на средних высотах, среднесуглинистые, подвержены эрозии в зоне хлопководства, средне водопроницаемые. Светлые серозёмы, лёгкосуглинистые, сильно водопроницаемые составляют зону культур хлопкового севооборота, развиты суффозионные, просадочные и оползневые процессы. Серобурокаменистые, лёгкого и среднего механического состава суглинки, маломощные, сильнокаменистые, нуждаются в наращивании мелкозёма. Серобуросерозёмные, обычно заглинованные, супеси и лёгкие суглинки, сильно развиты суффозионные процессы с провальными потврями воды, близко расположены слои гипса. Последние 2 разновидности почв имеют очень слабую водоудерживающую способность по всей толще почвогрунта.

В предгорной зоне выделены 4 типа рельефа: I – покатые, II – слабохолмистые, III – холмисто-увалистые, IV – крутые склоны. По крутизне склонов: 0,005–0,01 начало эрозии; 0,01–0,05 начало смыла почв; 0,05–0,1 – зона опасности эрозии; 0,1–0,4 – повышенная опасность эрозии почв и затрудненность тракторных работ – индексы: I, 2, 3, 4.

Изучению техники и технологии орошения посвящены работы: С.Ф. Аверьянова, Б.Б. Пумакова, Г.Ю. Шейкина, Г.И. Тугуши, В.А. Сурина и др., исследованию эрозии почв: акад. Мирзехулава Ч.Б., Кузнецова М.С., В.Н. Григорьева и др., проанализированы в работе ряд теоретических зависимостей транспортирующей способности водных потоков в руслах.

В работе учтены предложения по противозерозийным мероприятиям Х.Х. Хамдамова, К.М. Мирзажанова, Н.К. Нурматова, Б.П. Булатова и др.

В основе методики полевых и лабораторных опытов были приняты комплексные направления исследований орошения в аридной зоне по НПО СовзНИИ и Биолог, МГМИ, ТСХА, СНИИИ, МГУ, ТИИМСХ.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ НА БОЛЬШИХ УКЛОНАХ ПРЕДГОРЬЯ.

Часто встречающаяся взаимосвязь величины расхода от уклона не объясняет сущность процесса смыла почв. Поэтому необходимы лабораторные и полевые опыты по определению гидравлической характеристики поливной струи: усилия на сечение борозд (3), нормативные донные скорости на границе поток воды – почва (4), гидравлические показатели в бороздах (5, 6, 8), фактический смыл (2) с поправочным коэффициентом – 166. Отличительная особенность методики – взаимосвязь донных, средних, поверхностных скоростей (4, 6). Для определения донных скоростей устанавливается сила сцепления почвенных частиц на разрыв (7), определяемая специальным прибором. Донные скорости колеблются от 0,0174 до 0,0456 м/с. С учетом функций добегающей струи (10) и параметров впитывания воды (11, 12, 13, 15), зависящее от водно-физических свойств почвы определены зависимости транспортирующих способностей потока для колматирования наносов. Элементы техники полива устанавливались в зависимости от перечисленных факторов по параметрам впитывания Куст,  $\frac{b}{L}$  для каждой категории почв по рис. I (табл. 3). Далее, элементы техники полива проверялись методом прогнозирования баланса питательных элементов в почве: гумуса, азота, фосфора (1).

$$I_B + U_d + O_d + B + O_0 + \Pi = Z_B + C_0 + A + M + Z_n + B_y + C_0 + T \quad (1)$$

где  $U_d, O_d, B, O_0, \Pi$  – поступление с удобрениями, при запашке растений, биологических процессах, с осадками, с оросительной водой,  $I_B$  – исходный запас;  $Z_B, C_0, A, M, Z_n, B_y, C_0, T$  – вынос ветром, ливнем, при хранении удобрений, миграция в грунт, при смыле почвы, с урожаем, в атмосферу, с соединением с солями, при транспортировке тракторами. В диссертации дана расшифровка составляющих уравнения (1) для 5 категорий почв. При оптимальных элементах техники полива и исследованных режимах орошения для зоны предгорья дисциплинирование выполнения технологических процессов на поле выполняется через программирование урожая (2).

$$y = a_1 M^{a_1} e^{-a_2 M} + a_3 e^{(xT) a_3} + a_4 W_1^{a_4} e^{-a_5 W_1} + a_6 (2 - \gamma_{n,c}) P \cdot t^{a_6} e^{-a_7 t} + a_8 \quad (2)$$

где  $M, W_1, W_2, d_w, \gamma_{n,c}, P, t^{a_6}, t^{a_7}$  – нормы: оросительная, удобрений по азоту и фосфору, предположенная влажность почв, средний диаметр водопроводных

агрегатов, объемная масса почвы, суммарная и средняя температура воздуха; остальные члены уравнения (2) — факторные показатели, кроме почвы — темных сероземов и зоне предгорья. Расхождение данных (2) и опытных — 0,4...1,2 ц/га. В диссертации указаны значения факторных показателей для 4х категорий почв, на примере возделывания хлопчатника.

Для повышения качества полива на склоне разработаны технологии полива переменной струей, нормой добега, дискретной подачей воды в борозды при наступлении "поспевания" почвы по влажности для определения импульсно-паузы.

Методически, поиски оптимальных сочетаний элементов техники полива имеют цель повышения КПД техники полива, рационального использования воды и охраны почвы от эрозии, которые состоят из:

- определения расходов в борозды по нормативным показателям донных и др. скоростей воды, установленных по критериям смываемости почв на склонах;
- определения параметров впитывания воды в почву для установления рациональных сочетаний элементов техники полива (рис. I);
- взаимосвязь этих сочетаний элементов техники полива с режимом орошения, назначаемого по принципу наращивания норм полива по глубине развития корневой системы, изученных в течении 3х лет. Таким образом теоретическая часть работы обобщает многолетние исследования технологий орошения.

Исследования смываемости почв в структурных полимерах поливных бороздах позволили выбрать направление установления технологий орошения с кольматированием напосов на почвах категории В, Г, Д. Проведенные опыты полива мутной оросительной водой из рек Нарин, Амударья, богатых мелкой фракцией и питательными элементами показали возможность повышения водоудерживающей способности почв на 2...4% ППВ, увеличить ежегодные запасы гумуса на 0,07%, азота на 1,4 мг на кг почвы, и за счет кольматирования повысить урожай на 2,9 ц/га хлопка, сэкономить воду до 2530...3990 м<sup>3</sup>/га. Отмечено, что на почвах категории Д, т.е. на засоленных маломощных почвах, где гипсы удерживают растения и субэрозийные явления уменьшают водоудерживающую способность почв, урожай хлопчатника показывает большое расхождение, например, с 8,2 до 27,5 ц/га, не только за счет осаднения напосов, но и за счет оптимального сочетания элементов техники полива и режима орошения. На таких почвах разработаны мероприятия, с помощью которых запасы питательных элементов возрастает ускоренными темпами в 2,6 раза, по сравнению с обычной технологией полива. Полимеры создают в почве уникальные положительные свойства.

Таблица I

Гидравлические зависимости установления параметров элементов техники полива по бороздам

| № пп                                                                                                               | Расчетная зависимость                                                                                                                                                                          | Вид расчетной зависимости |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| I. Определения допустимых расходов, л/с                                                                            | $Q = \frac{B}{t \cdot X}$ ; $B = A_8 \cdot N^n$ ; $q = V_{cp} \cdot \omega$                                                                                                                    |                           |
| 2. Установление смыва почвы, т/м·час                                                                               | $\phi_x = \frac{0,36 \cdot g \cdot \gamma_{nc} \cdot q \cdot t \cdot i}{\rho^2 \cdot V_{cp}} \cdot e^{-\frac{V_g}{V_n}}$                                                                       |                           |
| 3. Предельная нагрузка на сечение борозды, кг/м·с                                                                  | $F_0 = g \cdot \ell_{доп} \cdot \gamma_{nc} \cdot V_g \left(\frac{1}{R_a}\right)^{0,5}$                                                                                                        |                           |
| 4. Средняя и поверхностная скорости, м/с                                                                           | $\frac{V_{cp}}{V_n} = A_v \left(\frac{q}{V_i}\right)^{\alpha_v}$                                                                                                                               |                           |
| 5. Допустимая донная скорость воды, м/с                                                                            | $V_g = 1,55 \sqrt{\frac{g \cdot m \cdot m_2}{\gamma_{nc}}} \cdot \left[ \left(1 - \frac{p}{100}\right) d_w (\gamma_{nc} \cdot \gamma) (1 - \epsilon_g) + 125 \cdot K \cdot \epsilon_g \right]$ |                           |
| 6. Средняя и донная скорости, м/с                                                                                  | $\gamma_{nc} \frac{V_g}{V_{cp}} = (\gamma_{nc} \frac{0,7 d_w}{R})^i$                                                                                                                           |                           |
| 7. Сила сцепления почвенных частиц, т/м <sup>2</sup>                                                               | $C_w = A_c \cdot \left( \frac{V_n \cdot H}{H_p + A'_c \cdot H} \right)^a$ ; $H = A_4 \cdot \omega \cdot a_n$                                                                                   |                           |
| 8. Гидравлические параметры струи: м <sup>2</sup> , м, м.                                                          | $\omega = B' \cdot \frac{q^2}{t \cdot c_2}$ ; $\beta = C' \cdot \frac{q \cdot c_1}{t \cdot c_2}$ ; $R = \frac{\omega}{\beta}$                                                                  |                           |
| 9. Шероховатость борозды                                                                                           | $n = A'_n \cdot A^{\alpha'_n} + A''_n \cdot A^{\alpha''_n} \cdot V_{cp} \cdot C = \frac{1}{R_a} \cdot R \cdot I \cdot 7$                                                                       |                           |
| 10. Длина пути кольматации, м                                                                                      | $\beta_i = A_p \cdot \left[ 1 - \left( \frac{\ell_x}{\sum m_j} \right)^{a_n} \right] \cdot (V_{cp} \cdot R \cdot i)^{\beta'} \cdot \left( \frac{\omega \cdot R \cdot i}{H} \right)^{\beta''}$  |                           |
| 11. Норма полива, м <sup>3</sup> /га                                                                               | $m = K_{уст} \cdot \left( \frac{1}{t} + \frac{\beta}{1 - \alpha} \cdot t^{1-\alpha} \right) \cdot 10^4$                                                                                        |                           |
| 12. Параметры впитывания воды в почву: Куст, м/час                                                                 | $K_{уст} = e^{-n^* \cdot \lambda \cdot \left( \frac{1}{t} \right)^* \cdot \gamma_{cp} \cdot v \cdot \left( \frac{q}{V_i} \right)}$                                                             |                           |
| 13. " " $\beta$                                                                                                    | $\beta = A_6 \left( \frac{q}{V_i} \right)^{\alpha_6} \cdot \frac{\gamma_{cp}}{\gamma_{nc}} \left( \frac{1 - w_{nc}}{w_{nc}} \right) \gamma$                                                    |                           |
| 14. Влажность почвы для дискретного полива, в % от НВ почвы (для определения срока полива, импульсной подачи воды) | $W_{НВ, \beta} = (t^*)^{\alpha_4} \cdot t_{aw}$                                                                                                                                                |                           |
| 15. Добегание струи, м                                                                                             | $\ell_g = D \cdot m^{\beta} + \ell_{доп}$ ; $\ell_g = \ell_{доп} + \ell_{доп}$                                                                                                                 |                           |

Таблица 2

Расчетные значения параметров элементов техники полива

| Параметры  | Почвы по механическому составу |                  |                  |
|------------|--------------------------------|------------------|------------------|
|            | легкие суглинки                | средние суглинки | тяжелые суглинки |
| $B$        | 0,0012...0,0025                | 0,0017...0,0056  | 0,0048...0,0097  |
| $x$        | 0,86...1,21                    | 0,83...1,12      | 0,76...0,84      |
| $A_b$      | 0,00111                        | 0,00105          | 0,0023           |
| $\eta$     | 0,20                           | 0,24             | 0,32             |
| $z$        | 0,29...0,37                    | 0,35...0,59      | 0,58...0,72      |
| $n$        | 0,52...1,79                    | 0,65...2,30      | 1,13...6,75      |
| $A_c$      | 0,066                          | 0,070            | 0,076            |
| $a_c$      | 1,25                           | 1,30             | 1,45             |
| $A_n$      | 1,82                           | 1,75             | 1,60             |
| $a_n$      | 0,60                           | 0,60             | 0,60             |
| $A_v$      | 0,42...0,43                    | 0,30...0,31      | 0,24...0,27      |
| $-a_v$     | 0,051...0,052                  | 0,079...0,082    | 0,108...0,112    |
| $A_\theta$ | 0,022...0,620                  | 0,162...0,332    | 0,183...0,431    |
| $A_2$      | 6,16...126,7                   | 1,156...9,57     | 0,262...1,29     |
| $-a_2$     | 0,064...0,559                  | 0,101...0,156    | 0,058...0,178    |
| $-a_2^*$   | 0,112...0,558                  | 0,184...0,366    | 0,076...0,235    |
| $B'$       | 0,0020...0,0022                | 0,0021...0,0024  | 0,0023...0,0026  |
| $\beta$    | 0,4...0,3                      | 0,6...0,45       | 0,7...0,6        |
| $\beta_2$  | 0,2...0,15                     | 0,3...0,23       | 0,35...0,3       |
| $c'$       | 0,08...0,09                    | 0,04...0,05      | 0,03             |
| $c_2$      | 0,18...0,14                    | 0,20...0,15      | 0,22...0,17      |
| $c_2$      | 0,09...0,07                    | 0,10...0,075     | 0,11...0,085     |
| $a_c$      | 0,065...0,158                  | 0,062...0,168    | 0,048...0,058    |
| $a_w$      | 1,497...1,351                  | 1,449...1,380    | 1,545...1,372    |
| $\lambda$  | 1,08...0,90                    | 0,77...0,89      | 0,41...0,96      |
| $\psi$     | 0,47...0,79                    | 0,44...0,54      | 0,41...0,44      |
| $\gamma$   | 0,6...0,43                     | 0,43...0,30      | 0,45...0,30      |

Исследования положительных качеств оструктурирующего действия полимеров серии "К" в лабораторных условиях позволили в дальнейшем использовать такие положительные качества: водоудерживающая способность почвогрунта, увеличение стойкости почв эрозии, уменьшение испарения влаги после поливов, аккумулирующее свойство удерживать влагу в жаркий период вегетации растений.

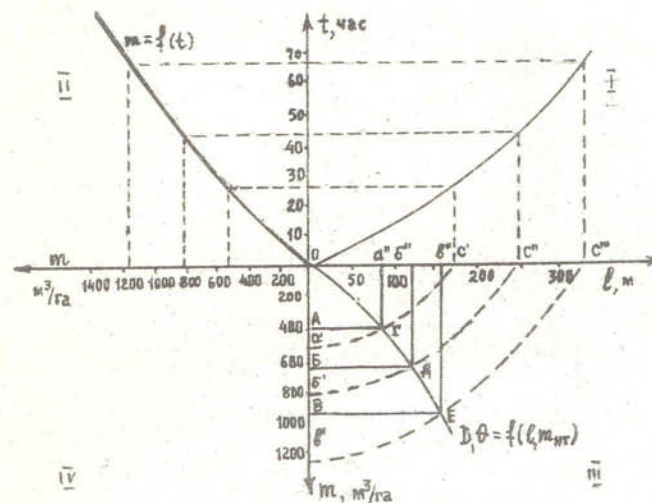


Рис. 1. Графоаналитический метод установления оптимальных параметров техники полива.

ОАГа" — норма полива нетто,  $m^3/га$ ,  $m_{нт}$ ; Аа"Г — норма полива на утечку воды,  $m^3/га$ ,  $m_{ф}$ ; Га"с" — норма полива на сброс в конце борозды,  $m^3/га$ ,  $m_{сбр}$ ; а"с" —  $\ell_{сбр.}$ , Оа"с" —  $\ell_{доб.}$ ; Оа" —  $\ell_{бор.}$ , где  $\ell_{бор} = f(m_{нт})$ ; График I —  $\ell_{доб} = f(t)$ , II —  $m = f(t)$ ; III —  $m = f(t, \ell)$ ; по шкале Ов' определяется норма нетто и брутто в  $m^3/га$ , где ОА — норма полива нетто для Оа", Оа' — норма полива брутто для Оа". В точке "Г" норма полива нетто кончается на длине, рекомендуемой по Оа", далее а"с"Г — сброс, Аа"Г — утечка. Величины  $D, \theta$  определяются в III ем графике из функции  $m_{нт} = f(t, \ell_{бор})$ .

Используя графоаналитический метод (САНИРИ) получены значения нормативных показателей элементов техники полива по бороздам для почв предгорья на уклонах 0,01...0,1 (табл. 3).

Таблица 3

Нормативные элементы техники полза при ползе постоянной струей

| Рас-<br>ход<br>л/с | Норма полива, м <sup>3</sup> /га |      |      |     | Время полива, час |             |             |     | Длина борозд, м |               |         |         | Параметры впи-<br>тывания |       |       |    | Смыв<br>поч-<br>ва,<br>т/га |
|--------------------|----------------------------------|------|------|-----|-------------------|-------------|-------------|-----|-----------------|---------------|---------|---------|---------------------------|-------|-------|----|-----------------------------|
|                    | 1                                | 2    | 3    | 4   | 5                 | 6           | 7           | 8   | 9               | 10            | 11      | 12      | 13                        | 14    | 15    | 16 |                             |
| Уклон ход          | бру-нег-<br>то то                |      |      |     | сб-<br>роо        | уточ-<br>ка | до-<br>бега |     | до-<br>лива     | общее<br>бор. | добег   | обр.    | Куст                      | б     | с     |    |                             |
|                    | бру-                             | нег- | то   | то  |                   |             |             |     |                 |               |         |         |                           |       |       |    |                             |
| 0,1                | 0,054                            | 502  | 400  | 14  | 88                | 20          | 10          | 30  | 75              | 194           | 119     | 0,00065 | 5                         | 0,64  | 0,022 |    |                             |
|                    | 458                              | 400  | 48   | 10  | 11                | 27          | 38          | 112 | 268             | 156           | 0,00059 | 4       | 0,75                      | 0,031 |       |    |                             |
|                    | 897                              | 800  | 87   | 10  | 61                | 12          | 73          | 118 | 263             | 145           | 0,040   |         |                           | 0,069 |       |    |                             |
|                    | 842                              | 800  | 39   | 3   | 14                | 79          | 93          | 130 | 357             | 227           | 0,068   |         |                           | 0,103 |       |    |                             |
| 0,01               |                                  | 1363 | 1200 | 140 | 25                | 108         | 22          | 130 | 154             | 308           | 164     | 0,0120  | 0,4                       | 0,64  | 0,032 |    |                             |
|                    |                                  | 1247 | 1200 | 44  | 3                 | 38          | 117         | 155 | 142             | 402           | 260     | 0,0108  | 0,37                      | 0,75  | 0,075 |    |                             |
|                    |                                  | 718  | 400  | 280 | 38                | 0,6         | 2,4         | 4   | 3               | 35            | 110     | 54      | 100                       | 0,012 | 0,017 |    |                             |
|                    |                                  | 974  | 800  | 101 | 73                | 1           | 5           | 6   | 8               | 70            | 115     | 131     | 122                       | 136   | 0,010 |    |                             |
| 0,1                |                                  | 1133 | 800  | 193 | 40                | 2           | 7           | 8   | 9               | 104           | 72      | 25      | 25                        | 25    | 25    |    |                             |
|                    |                                  | 1374 | 1200 | 137 | 37                | 2           | 7           | 8   | 10              | 72            | 136     | 64      | 64                        | 64    | 64    |    |                             |
|                    |                                  | 1364 | 1200 | 121 | 43                | 2           | 7           | 8   | 10              | 72            | 136     | 64      | 64                        | 64    | 64    |    |                             |
|                    |                                  |      |      |     |                   |             |             |     |                 |               |         |         |                           |       |       |    |                             |
| 0,1                | 0,021                            | 623  | 400  | 167 | 56                | 8           | 5           | 13  | 20              | 26            | 6       | 0,00164 | 3,5                       | 0,57  | 0,047 |    |                             |
|                    | 519                              | 400  | 86   | 23  | 6                 | 11,5        | 17,5        | 32  | 42              | 10            | 0,00134 | 2,8     | 0,64                      | 0,078 |       |    |                             |
|                    | 1029                             | 800  | 165  | 63  | 4,5               | 19,3        | 28,8        | 24  | 35              | 11            | 0,017   |         |                           | 0,017 |       |    |                             |
|                    | 939                              | 800  | 128  | 11  | 6                 | 36          | 42          | 43  | 56              | 13            | 0,220   |         |                           | 0,189 |       |    |                             |
| 0,1                |                                  | 1384 | 1200 | 86  | 98                | 12          | 31          | 43  | 27              | 39            | 12      | 0,017   |                           | 0,220 | 0,189 |    |                             |
|                    |                                  | 1343 | 1200 | 132 | 11                | 9           | 59          | 68  | 51              | 64            | 13      | 0,017   |                           | 0,220 | 0,189 |    |                             |

Продолжение таблицы 3

| I                                                        | 2     | 3    | 4    | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10  | 11  | 12 | 13      | 14   | 15   | 16    |
|----------------------------------------------------------|-------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|----|---------|------|------|-------|
| 0,01                                                     | 0,140 | 719  | 400  | 215 | 104 | 1,7  | 2,8  | 4    | 50  | 58  | 8  | 0,00870 | 0,5  | 0,57 | 0,016 |
|                                                          |       | 555  | 400  | 101 | 54  | 2    | 34   | 6    | 62  | 91  | 29 | 0,00696 | 0,4  | 0,64 | 0,013 |
|                                                          |       | 1116 | 800  | 235 | 81  | 2    | 7,7  | 9,7  | 64  | 73  | 9  |         |      |      | 0,025 |
|                                                          |       | 1204 | 800  | 348 | 62  | 2    | 12,4 | 14,4 | 88  | 100 | 12 |         |      |      | 0,024 |
|                                                          |       | 1649 | 1200 | 281 | 68  | 3    | 12,3 | 15,3 | 74  | 78  | 4  |         |      |      | 0,039 |
|                                                          |       | 1414 | 1200 | 209 | 53  | 4    | 15,8 | 19,8 | 108 | 117 | 9  |         |      |      | 0,033 |
| 3. Светлые серозёмы, легкоосуглинистые                   |       |      |      |     |     |      |      |      |     |     |    |         |      |      |       |
| 0,1                                                      | 0,013 | 633  | 400  | 106 | 127 | 12   | 1,4  | 13,4 | 13  | 17  | 2  | 0,0020  | 2,6  | 0,50 | 0,057 |
|                                                          |       | 489  | 400  | 30  | 59  | 19   | 3    | 22   | 27  | 35  | 5  | 0,0013  | 2,0  | 0,54 | 0,114 |
|                                                          |       | 971  | 800  | 142 | 29  | 7    | 23,3 | 30,3 | 37  | 56  | 29 |         |      |      | 0,101 |
|                                                          |       | 916  | 800  | 86  | 14  | 7    | 35,8 | 42,8 | 50  | 84  | 34 |         |      |      | 0,018 |
|                                                          |       | 1430 | 1200 | 210 | 20  | 7,5  | 42,5 | 50   | 34  | 63  | 29 |         |      |      | 0,140 |
|                                                          |       | 1290 | 1200 | 93  | 7   | 12   | 54,5 | 66,5 | 60  | 93  | 33 |         |      |      | 0,028 |
| 0,01                                                     | 0,025 | 615  | 400  | 94  | 121 | 5,4  | 2,6  | 8    | 50  | 74  | 24 | 0,0063  | 0,31 | 0,50 | 0,007 |
|                                                          |       | 673  | 400  | 188 | 87  | 10   | 3    | 13   | 84  | 110 | 26 | 0,0042  | 0,23 | 0,54 | 0,019 |
|                                                          |       | 1207 | 800  | 144 | 63  | 14   | 2,7  | 16,7 | 65  | 79  | 14 |         |      |      | 0,019 |
|                                                          |       | 929  | 800  | 108 | 21  | 17   | 3,2  | 20,2 | 106 | 124 | 18 |         |      |      | 0,041 |
|                                                          |       | 1546 | 1200 | 294 | 52  | 20,5 | 1,5  | 22   | 75  | 81  | 6  |         |      |      | 0,049 |
|                                                          |       | 1455 | 1200 | 218 | 37  | 31   | 1,2  | 32,2 | 123 | 126 | 3  |         |      |      | 0,065 |
| 4. Серо-буро-серозёмы, легкоосуглинистые, заглипозванные |       |      |      |     |     |      |      |      |     |     |    |         |      |      |       |
| 0,1                                                      | 0,017 | 518  | 400  | 75  | 43  | 4    | 9    | 13   | 21  | 26  | 5  | 0,00053 | 12   | 0,67 | 0,070 |
|                                                          |       | 502  | 400  | 63  | 39  | 1    | 36   | 37   | 62  | 75  | 13 | 0,00037 | 10   | 0,75 | 0,210 |
|                                                          |       | 905  | 800  | 90  | 15  | 7    | 37   | 44   | 22  | 50  | 28 |         |      |      | 0,220 |
|                                                          |       | 501  | 800  | 88  | 13  | 3    | 110  | 113  | 68  | 128 | 60 |         |      |      | 0,610 |
|                                                          |       | 1310 | 1200 | 101 | 9   | 12   | 76   | 88   | 23  | 63  | 40 |         |      |      | 0,430 |
|                                                          |       | 1274 | 1200 | 70  | 4   | 2    | 193  | 195  | 100 | 153 | 53 |         |      |      | 0,570 |

Продолжение таблицы 3

| 1                                                    | 2     | 3    | 4    | 5   | 6  | 7   | 8    | 9    | 10  | 11  | 12  | 13       | 14  | 15   | 16    |
|------------------------------------------------------|-------|------|------|-----|----|-----|------|------|-----|-----|-----|----------|-----|------|-------|
| 0,01                                                 | 0,125 | 496  | 400  | 89  | 7  | 10  | 13   | 23   | 163 | 250 | 87  | 0,00176  | 0,6 | 0,67 | 0,149 |
|                                                      |       | 514  | 400  | 92  | 22 | 30  | 25   | 55   | 245 | 577 | 332 | 0,000085 | 0,5 | 0,75 | 0,081 |
|                                                      |       | 937  | 800  | 127 | 6  | 11  | 37   | 48   | 198 | 276 | 78  |          |     |      | 0,268 |
|                                                      |       | 921  | 800  | 112 | 9  | 38  | 64   | 102  | 280 | 598 | 318 |          |     |      | 0,144 |
|                                                      |       | 1325 | 1200 | 120 | 5  | 13  | 55   | 68   | 223 | 277 | 54  |          |     |      | 0,355 |
|                                                      |       | 1343 | 1200 | 137 | 6  | 44  | 107  | 151  | 302 | 607 | 305 |          |     |      | 0,408 |
| 5. Соро-буро-каменитые, легкоуглинистые на галечнике |       |      |      |     |    |     |      |      |     |     |     |          |     |      |       |
| 0,1                                                  | 0,017 | 589  | 400  | 67  | 22 | 2,6 | 4,9  | 7,5  | 13  | 23  | 7   | 0,00149  | 5,5 | 0,65 | 0,025 |
|                                                      |       | 521  | 400  | 91  | 30 | 2,7 | 15,3 | 18   | 28  | 35  | 7   | 0,00094  | 4,6 | 0,75 | 0,041 |
|                                                      |       | 897  | 800  | 89  | 8  | 4,2 | 16,8 | 21   | 17  | 24  | 7   |          |     |      | 0,083 |
|                                                      |       | 885  | 800  | 80  | 5  | 2,5 | 43,5 | 46   | 32  | 53  | 21  |          |     |      | 0,187 |
|                                                      |       | 1387 | 1200 | 175 | 12 | 4,2 | 32,5 | 37   | 19  | 27  | 8   |          |     |      | 0,216 |
|                                                      |       | 1323 | 1200 | 120 | 3  | 24  | 66,5 | 90,5 | 35  | 70  | 35  |          |     |      | 0,430 |
| 0,01                                                 | 0,132 | 724  | 400  | 259 | 65 | 3,7 | 1,1  | 4,8  | 36  | 53  | 17  | 0,00645  | 2,3 | 0,65 | 0,003 |
|                                                      |       | 546  | 400  | 110 | 36 | 2,5 | 3,7  | 6,2  | 86  | 90  | 4   | 0,00406  | 1,1 | 0,75 | 0,007 |
|                                                      |       | 897  | 800  | 89  | 8  | 5,6 | 2,4  | 8    | 52  | 71  | 19  |          |     |      | 0,008 |
|                                                      |       | 925  | 800  | 110 | 15 | 2,1 | 10,9 | 13   | 106 | 111 | 5   |          |     |      | 0,022 |
|                                                      |       | 1341 | 1200 | 132 | 9  | 5,9 | 6,1  | 12   | 64  | 71  | 17  |          |     |      | 0,016 |
|                                                      |       | 1364 | 1200 | 156 | 8  | 2,9 | 20,6 | 23,5 | 120 | 136 | 16  |          |     |      | 0,042 |

Примечание: числитель — для культивируемых, а знаменатель — для некультивируемых борозд.

### 3. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОРОЗКОВОГО ПОЛИВА В ЗОНЕ ТРАДИЦИОННОГО ОРОШЕНИЯ.

Для борьбы с эрозией почв и водосбережения выдвигаются для внедрения 5 технологий орошения по бороздам:

— прием уплотнения борозд (катками и полозками) с наивыгоднейшим гидравлическим сечением для продвижения струи на уклонах 0,01...0,02 в бороздах, закрепленных полимерами, для полива без ок-арьков и увеличения производительности труда на поливе;

— прием увеличения шероховатости борозд на уклонах 0,02...0,2 с помощью полимеров для увеличения впитывающей способности почв и уменьшения чрезмерного пробега струи, исключения эрозии и для полива от вершины до подножия склона, для повышения качества полива на выпуклых и вогнутых по профилю склонах;

— контурное орошение по бороздам, нарезанным ближе к горизонтальной рельефа для внедрения схемы полива Т-3-0 с наименьшим числом поливов и внедрения кольматирующих поливов в зоне с высокой мутностью;

— джоячное орошение по зигзагообразным бороздам с минимизацией тракторных работ и автоматизацией водораспределения из горизонтальных оросителей, создаваемых на базе нарезки прерывистых борозд поперёк склона, концы которых соединяются зигзагообразно, одновременно вносятся годовые нормы удобрений на средние и тяжелосуглинистых почвах на уклонах 0,04...0,2;

— дискретный полив на крутых склонах 0,16...0,2 на легких почвах с помощью и без полимеров и методами кольматирующих поливов на хлопчатнике, и на тяжелосуглинистых почвах на кукурузе;

На опытном участке в течении 4х лет на уклоне 0,02 и длине борозды 500 м уплотнением начальной части борозды и обработки её полимером получено: равномерное увлажнение почвы, эквивалент воды до 2120 м<sup>3</sup>/га, превышение урожая хлопка до 3,8 ц/га, увеличение производительности труда в два раза без смыва почв. Шелование, как мероприятие по увеличению впитывания воды эффективнее на тяжелосуглинистых почвах на малых уклонах 0,007...0,015. Штамповка борозд на легких почвах с обработкой их полимерами при одинаковых нормах орошения с контрольными бороздами - 4940 м<sup>3</sup>/га опытные борозды показывают превышение урожая хлопка на 5,1 ц/га при использовании кольматирующих поливов. На супесчаных почвах уплотнения борозд проводится с помощью колёс трактора и опрыскиванием полимера по сечению борозд, это мероприятие на уклоне 0,005 при одинаковых оросительных нормах с контролем по обычным бороздам 4800 м<sup>3</sup>/га показывает превышение урожая на 3,9 ц/га. Кольматирующая технология орошения увеличила запасы гумуса, азота, фосфора, калия на 0,13; 0,02%; 11; 67 мг/кг почвы.

Обработка сечения борозд на средние и тяжелосуглинистых почвах полимерами позволяет увеличивать количество водопрочных агрегатов до 60%, т.е. создает структуру почвы 3х летнего стояния люцерны, что позволяет регулировать впитывание воды по склону, увеличивать расход в борозду и ускорить создание запасов влаги в почвогрунте.

Удлинение борозды на уклоне 0,017-0,03-0,013 до 510 м без 3х ок-арков дифференцированным внесением полимера удалось увеличить разницу в урожае хлопчатника в течении 4х лет от 0,5 ц/га в первые годы до 11,1 ц/га в конце 4го года. Технология полива по удлиненным бороздам с переменными струями позволил увеличить запасы гумуса, азота, фосфора на 0,08; 0,05; 0,08% в год. Увеличился КЭИ на 7,1%, экономия воды составило 1060 м<sup>3</sup>/га, увеличилась производительность трактора и ручные работы уменьшились в два раза. Поливы проводились из лотков автоматического водораспределения на вершине склона.

Обработка борозд полимерами на крутых склонах 0,16-0,2 на почвах легкосуглинистого мехсостава позволяет ускорить увлажнение гребней борозд за 4-6 часов вместо 2-3х суток при поливе малыми струями. Наносы оросительной воды увеличили запасы гумуса, азота, фосфора, калия на 0,03; 0,04%; 2,4 и 113 мг/кг почвы. Борозды выдерживают колебания расходов в 1,5 и 2 раза, поливы переменными струями увеличивают производительность полива в 1,7 раза.

Полимеры в бороздах на почвах типичного серозема при дифференцированных дозах качественно увлажняют выпуклые и вогнутые склоны без планировки земель; водопроницаемость почв регулируется дозой полимеров согласно крутизне склона: больше на крутом, меньше на пологой части склона. Например, на склоне с уклонами 0,02-0,04-0,08 и обратно разницу в урожае хлопка сводит от 7,1 до 0,5 ц/га. На темном сероземе на уклонах 0,11 до 0,04 при одинаковых оросительных нормах на опытных и контрольных бороздах 2900 м<sup>3</sup>/га урожай кукурузы получен 86,3 против 70,2 ц/га зерна, затем пшеницы до 22,6 ц/га и на следующий год 89,7 ц/га кукурузы на зерно.

На спланированных землях полимеры способствуют сглаживанию деформированной поверхности поля на уклонах 0,013...0,025, проводить поливы по 500 м бороздам с экономией воды до 1170 м<sup>3</sup>/га и снижением пестроты урожая по полю от 3,8 ц/га хлопка до 0,8 ц/га.

Контурное орошение по бороздам поперек склона позволяет создавать запасы влаги для схемы поливов Г-3-0, создает условия для дружного всхода растений, и с помощью полива нормой добегаания проводить кольматизирующие условия водоподачи на поле. Для нарезки контурных борозд разработаны окучники перед колесами трактора с нарезкой глубже в верхней части склона для выравнивания положения трактора.

Для контурного орошения рекомендуются междурядья для хлопчатника: 0,6 и 0,9 м согласно крутизне склона. Получаемая разница в оросительной норме по сравнению с поливом по наибольшему уклону - 4445 м<sup>3</sup>/га, разница в урожае - 4,8 ц/га хлопка и 6,2 ц/га кукурузы на зерно. Число поливов уменьшается с 7 до 5 поливов, сохраняется запас ГСМ в 2 раза.

Дождечное орошение на уклоне 0,22-0,04 на темных сероземах со слабой водопроницаемостью на полосах 2; 2,5; 3 м и междурядьях 1,4 м без смыва почв и при уменьшении числа поливов с 7 до 5 и одинаковых оросительных норм 2900 м<sup>3</sup>/га получен урожай кукурузы 75 ц/га зерна и 331 ц/га силоса, затем урожай пшеницы озимого посева 22 ц/га и при глубоком рыхлении почвы на следующий год 91,3 ц/га зерна кукурузы. В горизонтальные оросители с автоматическим водораспределением по водовыпускам-трубкам вода подается из переносных гибких и жестких трубопроводов.

Дискретная водоподача в борозды на уклоне 0,16-0,2 на легкосуглинистых почвах и на 0,11-0,07 на тяжелосуглинистых почвах с полимерами и без них позволяет уменьшить время полива на 5,1 ч. В связи с тем, что технология поливов основана на определении предполивной влажности почв с наибольшими силами сцепления почвенных частиц по режиму орошения хлопчатника и кукурузы, полимеры позволяют удлинять борозды с 70 м до 174 м, сократить число поливов от 19 до 10 поливов-импульсов нормой полива по 600 м<sup>3</sup>/га. Для этой технологии полива разработан режим орошения хлопчатника при 80-80-70% ППЗ, при котором получен наибольший урожай 32,2 ц/га против 23,8 ц/га при обычном поливе с экономией воды 2700 м<sup>3</sup>/га. На слабаводопроницаемых почвах максимальная длина борозды достигает до 300 м, при этом число поливов уменьшается, время полива сокращается от 148 до 34 часов, а глубокое рыхление почвы показывает эффект дискретного полива, например: с полимером и без него: норма полива - 3000 и 3400 м<sup>3</sup>/га, урожай зерна кукурузы - 75,3 и 89,8 ц/га, позволяет увеличивать запасы гумуса, азота, фосфора и калия на 3,63; 0,02; 0,03% и 3,5 мг/кг почвы.

Дискретный полив оказался эффективным и на загнивавших почвах: борозды удлиняются от 70-100 и до 300 м на уклоне 0,014, равномерность увлажнения в начале и в конце борозды составляет 21...23% по сравнению с обычным поливом 21...18%, поливы проводятся почти без сброса воды с поля. Дискретный полив осуществляется с помощью поливного оборудования КП-160 ГСКБ по ирригации.

Но более масштабные опыты по дискретному поливу были проведены на приспособленной оросительной системе с закрытыми трубопроводами и гидрантами на поливной сети в зоне орошения Туракурганской насосной станции на площади 500 га. Поливная сеть на 12...24 м полосы полива вдоль по распределительному трубопроводу попеременно через полосу проводили поливы из подземных поливных трубопроводов на глубине 0,6 м с водовыпусками диаметром 10 мм через 0,6 м на поливе хлопчатника. Расходы в борозды поступали в виде родничков и регулировались с помощью гидрантов. Через каждые 0,5 ч работающие гидранты менялись на неработающие гидранты. На крутых участках склона поливы проводились с помощью поливных трубопроводов с тарированными водовыпусками в две линии с попеременным включением одного и другого трубопровода. Производительность полива увеличивается в 1,8 раза, поливная система позволяет использовать обычную мутную воду из реки Нарын.

#### 4. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПОЛЯ И ОРОШЕНИЕ НОВООСВОЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДГОРЬЯ

Для целей водосбережения и борьбы с эрозией почв выдвигаются для применения методы подготовки поля и приемы орошения на новоосвоенных землях с категорией мелиоративно трудноорошаемых по причине возникающих негативных процессов: внутрипочвенной суффозии, просадок грунта, интенсификации процессов эрозии на маломощных почвах, оврагообразования, оползневых явлений на крутых склонах, которые накладывают дополнительные затраты на освоение земель и затягивают сроки полноценного ввода этих земель в сельскохозяйственный оборот. К таким землям относятся освоенные земли на слабохолмистых рельефах с серо-буро-сероземными почвами, обладающими сильными суффозионными свойствами, образующими воронки с провальными потерями воды и требующими высоких доз удобрений, которые являются причиной поломок тракторов и навесных органов. Близкорасположенный слой гипса, низкое содержание элементов жизнеобеспечения растений, затраты воды до 24 тыс. м<sup>3</sup>/га, большая часть которых уходит по суффозионным ходам, пыльная часть почвы подвержена эрозии, являются причиной низкого урожая 8...12 ц/га. Нами совместно с Средагипропроводхозом разработаны и внедрены в 4х совхозах метод подготовки поля: рыхление на 90 см, запашка на 45 см, чизелевание на 40 см, нарезка борозд и культивация до смыкания кустов хлопчатника, затем севооборот по схеме 3:1:3 позволяет ускорить процесс затухания суффозии и повышения плодородия почв, этому способствуют осаждаемые наносы из реки Амударья с содержанием гумуса до 0,09%, азота 0,017%, фосфора 0,23% и калия 3,9 мг/кг почвы. Специально разработанная технология поливов с кольматацией

наносов, закупорка суффозионных ходов, перемешивание мелкозема с гипсом при нарезке и культивации борозд и посев через 3 года кукурузы, а затем люцерны 3 года быстро восстанавливает плодородие почв до уровня урожая 30 ц/га. За год поступающие наносы мелкой фракции и агротехника повышает водоудерживающую способность почвы от 15,7 до 21,9% по НВ. Для этих почв изучены режимы орошения, наиболее оптимальные на период освоения земель хлопчатника, кукурузы, люцерны по схеме: 65-70-60% от ППВ для хлопчатника, 70-70-60% для кукурузы и 80% от ППВ для люцерны. В комплексе мероприятий по освоению земель и повышению плодородия почв заметно повышает урожай от 8 до 25,4 ц/га в первый год освоения, использование полимеров повышает урожай до 27,5 ц/га, а внесение навоза до 29,6 ц/га.

Глубокое рыхление, проведенное на сильно уплотненных почвах до объемной массы 1,62...1,70 г/см<sup>3</sup> в зоне богарного земледелия, на землях для орошения кукурузы позволяет улучшить воздухопроницаемость почвогрунта, увеличить водопроницаемость почв и повышает способность почвы накапливать влагу от осадков. Только за счет рыхления почв можно получить урожай орошаемой кукурузы на 7 ц/га зерна и на 46,6 ц/га силоса выше, чем с нерыхленными почвами, увеличивает урожай пшеницы в богарном земледелии до 24 ц/га.

Глубокое рыхление почвогрунта было использовано для ликвидации влияния просадок грунта в зоне 2ой очереди освоения холмистых земель в Каршинской степи, где в течение 3х лет никак не могут устранить последствия деформации поверхности поля путем планировок. Из-за просадок грунта образуются "блюдца" понижений, и при высокой порозности вода уходит вглубь почвогрунта, воронки в период вегетации трудноустраняемы, из-за затрудненности заезда тракторов в борозды на переувлажненных участках вода испаряется, а на недружественных участках почва пересыхает, что вызывает нестроту развития растений, просадки усиливают эрозию почв. На слабо и среднепросадочных почвогрунтах рекомендуется проводить поливы по уплотненным колесами тракторов бороздам для ускорения продвижения струи и уменьшения впитывающей способности почвы, необходимое впитывание создается числом проходов трактора без работы навесных органов. Рекомендуется проводить поливы методом наращивания норм полива по глубине проникновения корней по схеме режима орошения на таких почвах 65-80-60% от ППВ, применение которой позволяет получать урожай хлопка до 36,6 ц/га. Уплотнения проводятся в течение 3х лет после прекращения просадок грунта. Как показали изыскания, наибольшую в зоне освоения земель площадь составляют сильнопросадочные почвогрунты.

Уплотнения борозд в этой зоне малозффективны, поэтому необходимы более радикальные методы исключения влияния просадок грунта с объемной массой  $0,78 \text{ г/см}^3$ . Весной, когда хозяйства не нуждаются в воде, проводили рыхление почвы на глубину 90 см, нарезали борозды через 0,9 м и проводили поливы нормой  $3500 \text{ м}^3/\text{га}$  с расчетом провокации просадок грунта на глубину 1,5 м, после чего образовались 486 воронок просадки на 1 га, которые после поливов были выровнены молованием поверхности поля. Созданный запас влаги в этот период был использован для растений в период вегетации. Использование разработанного метода полива на режим кольматации позволило повысить урожайность хлопчатника по сравнению с полем, где происходили просадки грунта, на  $14,1 \text{ ц/га}$ . Далее оказалось, что поливы постепенно нормализуются и ежегодное наращивание плодородного слоя составляет около  $6,7 \text{ т/га}$ , а за счет кольматационного режима поливов поступает  $0,037\%$  гумуса,  $0,03\%$  азота,  $12,3 \text{ мг/кг}$  фосфора. На новоосвоенных землях провоцирование просадок грунта экономически выгоднее, чем полив наращиваемыми нормами полива и планировками в течении 3х лет, рекомендуемыми по СНиПу.

На оползневоопасных склонах поливные террасы — дорогостоящее мероприятие и поливы на них надо проводить очень осторожно, без провоцирования просадок грунта и проявления оползней. Технология нарезки террас проводится по принципу их строительства снизу вверх, используя срезанный плодородный слой с верхних террас на нижних. Бороздковый полив на террасах нежелателен ввиду его трудоемкости на крутых склонах и возможности проявления оползневых процессов. Нами предложены системы локального орошения с помощью труб из полистилена, поливных лотков из разрезанных гофрированных шлангов ГСКБ по ирригации, черной пленки покрытой сечением борозд с отверстиями на увлажнение почвы по впитывающей способности почвагрунта.

Испытания водосберегающих технологий орошения саженцев винограда Кишмиш черный, в междурядьях которых возделывалась кукуруза, были проведены на террасах крутых склонов на светлых и темных сероземах. Кукуруза была выбрана как севооборотная культура для повышения плодородия полотно террас и для ускорения срока окупаемости самих террас. Контролем для водосберегающих технологий поливов был бороздковый полив. При одинаковых нормах орошения  $3990 \text{ м}^3/\text{га}$  был получен урожай кукурузы на силос  $189,9 \text{ ц/га}$  и на зерно  $76,6 \text{ ц/га}$  на почвах светлого серозема. Были проведены кольматирующие поливы обычной мутной водой из реки Нарын. На темных сероземах, где вода с пониженной температурой (по ак. Н.Р. Хамраеву, земли, орошаемые водой с температурой ниже  $17^\circ\text{C}$  со-

ставляют 1 млн. га) проходят медленные почвообразовательные и микробиологические процессы. Пленка согревает воду от солнечных лучей до  $31^\circ\text{C}$  при температуре воздуха  $28,5^\circ\text{C}$ . Виноградник и кукуруза орошались при оптимально подобранной схеме поливов по 70% влажности почвы по ППВ. По сравнению с бороздковым поливом при локальном орошении оросительные нормы сократились до  $4140 \text{ м}^3/\text{га}$  против  $6900 \text{ м}^3/\text{га}$ , а урожай кукурузы составил  $170 \text{ ц/га}$  на силос и  $70 \text{ ц/га}$  на зерно, число глазков виноградного куста увеличилось на 6 шт больше, процент вызревания на 4,2% выше, чем при бороздковом поливе, наблюдается повышенная активизация числа побегов винограда при экономии воды на  $2760 \text{ м}^3/\text{га}$  при безопасности террас от оползневых процессов на склоне. Длина полотна террасы определяется по кратности размещения средств локального орошения с их оптимальной для равномерности увлажнения почвы длиной по уклону террасы  $0,007 \dots 0,02$ , используя зависимости гидравлического расчета поливных средств (табл. 4).

Таблица 4

Зависимости гидравлического расчета поливных средств локального орошения поливных террас с совмещенными культурами: виноградников и кукурузы

| Поливные устройства                                                                                     | Напор или длина | Вид зависимости                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перфорированные пленочные шланги                                                                        | напор, м        | $h = 34,4 \cdot l_{ш} \cdot \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot i \cdot 10^8}{d^{108}}$                                                         |
| Полиэтиленовые трубы с отверстиями                                                                      | длина, м        | $l_{т} = 6,4 \cdot \frac{Q^2 \cdot C^2 \cdot R \cdot d}{Q^2 \cdot 3 \kappa^2 \cdot i}$                                                |
| Лотки из пленки по сечению борозд или гофрированные лотки из разрезанных пополам шлангов вдоль по длине | длина, м        | $l_{л} = 32,55 \cdot \frac{Q^2 \cdot C^2 \cdot R (1 - Q_0)}{9(10^2 \cdot Q^2 \cdot 3 \omega^2 \cdot C^2 \cdot R \cdot i) \cdot 10^8}$ |

Использование поливных средств локального орошения позволяет обезопасить откосы террас от оползней, облегчает проводить поливы с заданной нормой полива обычной мутной водой из рек, и в отличие от систем капельного орошения позволяет проводить "шарватные" поливы навозной жижей, не требует затрат энергии для создания напоров. Они просты в изготовлении и удобны для многократного использования, при наличии материалов могут быть изготовлены дехканами в хозяйствах в осенне-

зимнее время, когда работы на полях прекращаются.

Поливные террасы увлажняются нормами поливов не выше  $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ , которые могут вызвать оползневые процессы на откосах террас; с учетом ливнеопасности зоны освоения крутых склонов предельная крутизна склонов должны быть 0,16 для легких, 0,22 для средних и 0,28 для тяжелых суглинков, определены режимы орошения для виноградников и кукурузы.

Внутрипочвенное орошение на сильнопросадочных и сильноводопроницаемых почвах 2ой очереди освоения земель в Каршинской степи на полях совхоза 52 с помощью дренажных труб диаметром 70 мм с отверстиями по периметру, уложенные в глубокие борозды 35 см через 1,8 м по уклону 0,01...0,04 длиной каждой секции по 50 м с водозабором из ок-ариков и гибких шлангов, оказались наиболее эффективной технологией орошения с наименьшими затратами воды на формирование урожая хлопчатника. Особенность этой разновидности полива заключается в поливе обычной мутной водой из реки Амударья, поступающей по Каршинскому магистральному каналу, наносы которых использовались для обогащения почвы питательными элементами и для снижения чрезмерной впитывающей способности почвы с высокой порозностью. Вес трубы с водой способствует уплотнению слоя почвы под трубой, отложенные наносы способствуют увеличению боковой инфильтрации воды в стороны растений в междурядьях - 0,9 м. Испытания ВПО при агротехнике внесения удобрений  $\text{НРК: } 250, 175, 150 \text{ кг/га}$  и шарватном поливе навозом до 2 т/га и кольматирующие поливы позволили получить урожай хлопчатника - 47,7 ц/га при оросительной норме  $6700 \text{ м}^3/\text{га}$ , следующий год - оросительная норма снижается до  $4046 \text{ м}^3/\text{га}$ . Удобством такой системы ВПО является расчет элементов техники полива такой же как и при поливе по бороздам, но с использованием круглого сечения труб. Для наблюдения работы труб на увлажнение и на пропуск оросительной воды на поле оставлены 0,5 м "окна" между секциями труб. Заиливание труб не наблюдается, так как наносы проваливаются в отверстия вместе с водой, и по мере уплотнения и уменьшения впитывания воды слоя почвы под трубами поливная струя продвигается вниз по уклону. После окончания поливного сезона трубы вытаскиваются из борозд, просушиваются и сдаются на склад. Опыт аренды и использование дренажных труб у ПМК по водохозяйственному строительству показал, что выгодно использовать трубы на поливах как для дехкан, так и для ПМК. Исключения заезда тракторов на поле, экономия ГСМ, улучшение условий аэрации почвенного слоя, использование наносов для повышения плодородия почв, возможность проведения шарватных поливов, незаиливаемость и не зарастаемость труб корневыми системами, стрегулирование на автоматиза-

цию водораспределения по трубам из ок-ариков - основные преимущества ВПО на почвах просадочного свойства, неблагоприятных для бороздкового полива. Локальные просадки грунта не оказывают влияния на общую работу системы ВПО, наоборот производительность полива повышается до 0,82 га/час по сравнению с поливом по бороздам - 0,021 га/час. ВПО эффективно до уклона 0,05, так как сток воды под трубами вызывает внутрипочвенную эрозию.

На супесчаных почвах Каршинской степи испытаны наиболее перспективные технологии поливов с помощью пленочных шлангов с водовыпусками на впитывающую способность почвы и самотечным водораспределением без затрат энергоносителей с увлажнением междурядий 0,45...0,6 м и диаметром 45...70 мм на почвах с высокими фильтрационными свойствами, порозностью, просадочностью и развитой внутрипочвенной суффозии. Вода от поливных шлангов поступает с поверхности почвенного слоя и перехватывается блоками-увлажнителями, аккумулирующими поступающую влагу. Блоки-увлажнители емкостью до  $500 \text{ м}^3/\text{га}$  для влаги из материалов: губки, поролон, грунтово-полимерной смеси были помещены на глубину 45 см весной после пахоты в траншеях через 1,8 м, выкопанных однолемешным плугом, затем проведен посев хлопчатника, кукурузы и люцерны. В этот же момент блоки насыщались годовой нормой удобрений  $\text{НРК: } 150, 120, 70 \text{ кг/га}$  и навозной жижей 2 т/га. Поливы хлопчатника проводились по схеме поливов 1-3-2 с оросительной нормой  $5720 \text{ м}^3/\text{га}$  одинаково для всех конструкций блоков; соответственно емкости получили урожай хлопка 33,2...43,8 ц/га, самым надежным блоком отмечен блок из грунтово-полимерной смеси с высокими водоудерживающими свойствами, так как без блоков-увлажнителей был получен урожай 31,2 ц/га при оросительной норме  $6567 \text{ м}^3/\text{га}$ . Блоки аккумулирующие влагу позволяют увеличивать межполивные периоды, в самое жаркое время лета на 15ый день полива влажность почвы около блоков составляет на уровне ППВ(НВ). Если учитывать, что на момент освоения земель почвы были малоплодородными, то урожай хлопка выше 30 ц/га считаются высокими для этих почв.

Аналогичный метод полива был использован для полива кукурузы и люцерны, т.е. культур севооборота, трудновозделываемых при бороздковом поливе в условиях сильной просадочности грунта. Пленочные шланги и блоки-увлажнители при тех же нормах удобрений при схеме орошения 60-70-80% от ППВ и оросительной норме  $3880 \text{ м}^3/\text{га}$  достигнут урожай 393 ц/га на кукурузе зеленой массы и 103,2 ц/га на зерно. Посев строчной линией люцерны через 45 см и поливы при предполивных влажностях 75...80% ППВ

при общей оросительной норме  $4110 \text{ м}^3/\text{га}$  при 2х укосах получен урожай сена люцерны  $104,5 \text{ ц/га}$ .

Выявлена одна важная особенность использования блоков-увлажнителей: участие их в водонасыщении почвы зоны основной корневой системы растений и сохранение сухим верхнего слоя почвы, угнетающего развитие сорняков и исключение заезда тракторов в междурядья, сохранение воздухопроницаемости почвогрунта.

Опыты с капельным орошением хлопчатника были проведены на землях трудноорошаемых бороздковым поливом. При освоении и орошении земель вдоль рек Бозсу в Ташкентской и Зарпанд в Самаркандской области источники орошения вышележащих полей стали обросопримчивыми и изрытыми глубокими до 8 м оврагами. Из-за нехватки земель для орошения полей земель вдоль рек интенсивно осваиваются засыпкой оврагов большими объемами грунта, где из-за большой утечки воды и вымыва грунта бороздковый полив почти невозможен. Наиболее приспособленный метод полива — капельное орошение хлопчатника на базе Варио-дрип и Агро-дрип, показывающие КПД техники полива 0,95 при малых нормах увлажнения почвы. В специфических условиях почвы и рельефа: изменение уклонов от 0,002 до 0,03, большие объемы засыпки, которые также опасны для заезда тракторов, просадочность почвогрунта, низкая водоудерживающая способность почвы — требовали изучения различных режимов орошения хлопчатника: 60–60–60%, 70–70–60%, 80–80–65% от ППВ нормами поливов, не вызывающих просадки и вымыв грунта, от 150 до  $360 \text{ м}^3/\text{га}$  с числом поливов: 14, 18, 24. Для контроля был выбран бороздковый полив в более благоприятных почвенно-рельефных условиях при схеме полива 70–70–60% от ППВ. Особенность опытов заключалась в том, что СКО (система капельного орошения) работала от скважин вертикального дренажа с выходом воды температурой  $17^\circ\text{C}$  и на поле вдоль поливных шлангов утепленной водой системой закрытых трубопроводов до  $29\text{--}30^\circ\text{C}$ . Вода без примесей, водораспределение полностью автоматизированное. При названных режимах орошения получен урожай: 23,8; 35,2; 30,1 ц/га при оросительной норме: 3100, 4170, 5270  $\text{м}^3/\text{га}$ , а при бороздковом 27,3 ц/га при норме 7200  $\text{м}^3/\text{га}$ . Анализ хлопка волокна показал высокие технологические свойства: штапельная длина — 34 мм, линейная плотность — 136 мтекс, метрический номер — 6700, разрывная нагрузка 4,5 г/с, относительная разрывная нагрузка 33,4 г/текс, а при бороздковом поливе соответственно: 32; 132; 6300; 4,4; 33,3.

Отмечены также недостатки СКО. Для уменьшения развития сорняков весной необходимо проводить тщательное вычесывание корней сорняков растений, иначе необходимы мероприятия: мотыжение и заезд тракторов в междурядья хлопчатника, для которых размешенные шланги являются помехами, появляется необходимость их уборки и укладки в междурядья. Для

устранения этого недостатка весной были нарезаны глубокие борозды 25 см окучниками и уложены шланги СКО и засыпаны специальными устройствами засыпки на навесной части трактора Т-28Х, таким образом была создана внутрипочвенно-капельная система орошения и создана возможность проведения культивации междурядий для борьбы с сорняками культиваторами на глубине 10...15 см поверхностного слоя почвы. Результаты поливов по оптимальной схеме режима орошения 70–70–60% от ППВ показаны в табл. 5.

Таблица 5  
Результаты поливов СКО поверхностно и внутрипочвенно

| Методы увлажнения почвы              | Оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$ | Урожай хлопка ц/га |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| "Варио-дрип" поверхностно            | 4170                                       | 35,2               |
| "Варио-дрип" внутрипочвенно          | 4180                                       | 34,4               |
| "Агро-дрип" внутрипочвенно           | 4200                                       | 34,3               |
| Перфорированные шланги, поверхностно | 4310                                       | 34,1               |
| Контроль — полив по бороздам         | 7200                                       | 27,3               |

В работе приведены методы расчета поливных систем на ЗВМ.

Технические средства для полива по бороздам, подключения линий ВПО и СКО, работающих на низких напорах от лотков, закрытых трубопроводов во внутрихозяйственной сети подразделены на 3 категории их применимости в сложных рельефных условиях: I — сложные системы, требующие капитальных затрат, специальных монтажных работ с требованиями высокой квалификации работников ПМК, СМУ с привлечением проектных институтов для расчета их надежности при эксплуатации систем; II — средняя категория — системы, требующие меньших затрат, но с теми же требованиями; III — простая категория — простейшие устройства, заменяющие дерн, бумагу в бороздах — трубочки, сифоны, сал-фетки. Предложения из 17 разработок поливных систем переносного и стационарного типа из различных материалов на базе изготовления из полиэтиленовых материалов основаны на привлечении помощи ПМК, СМУ, а также силами самих хозяйств, дежкан, арендаторов, фермеров предгорья.

Технические средства полива выбираются согласно почвенно-рельефным условиям (табл. 6, 7), требования к которым относятся и приемы орошения водосберегающих технологий. Рассматривается возможность создания лотков автоматического водораспределения по бороздам — стационар-

ных и переносных, жестких и гибких трубопроводов, подземных водораспределительных трубопроводов на 12...24 м и переносных до 100 м, с автономным и общим регулированием расходов, из гофрированных и гладкостенных полиэтиленовых труб, из пленочных шлангов на террасах. Показана возможность реконструкции существующих построенных ранее линий поливных лотков и трубопроводов для приспособления дополнительных поливных устройств для рационального использования воды на поле. Проведено районирование поливных средств по орошаемым массивам по уклону, рельефным особенностям, водопроницаемости почв, с рекомендуемыми системами земледелия на склонах.

Использование теории надежности предлагаемых приемов орошения позволяет оценить работоспособность испытанных в производстве систем в процессе эксплуатации внутрихозяйственной сети. На основании анализа методом математической статистики функциональной деятельности систем выявлена необходимая надежность технологий орошения, являющаяся совокупностью элементов нормальной работы системы, включая безотказность, применимость, долговечность, ремонтпригодность и взаимозаменяемость на случай отказа работы системы. Выделено 3 функциональные группы отказов: гидромелиоративные, агротехнические и почвенно-мелиоративные, устранение которых обеспечивает нормальное увлажнение склонов с сохранением плодородия почв на уровне высоких урожаев. Для 5 категорий почв А, Б, В, Г, Д определены зависимости урожая хлопка и кукурузы от обеспеченности оросительной водой согласно режима орошения. Функциональные группы рассмотрены с различными коэффициентами вариаций и определены коэффициенты надежности, которые возрастают по мере уровня совершенствования приемов орошения, например, полив из ок-арков имеет надежность 0,305, и надежность возрастает до 0,972 на системах с перфорированными шлангами и на системах капельного орошения, если исключить заводские браки их изготовления. Однако, было не полным информация о работоспособности приемов орошения, если бы не оценили их с точки зрения затрат энергоносителей. Данные по энергоемкости приведены в работе, где показаны затраты энергии в млн. джоулях, так как это универсальная единица измерения, собирающая все виды затрат энергии от  $\text{кг/см}^2$  до ккал. Самые высокие получены при СКО и низкие на контурных, джоячных бороздах, отмечено, что замена капельного орошения на перфорированные пленочные шланги уменьшает затраты энергии в 18,2 раза, и в 16,5 раза при ВПО. Совершенные приемы орошения назначаются по принципу ресурсосбережения, так как это важно для предгорной зоны новоосвоенных земель с ограниченными ресурсами и малонаселенными для привлечения поливальных.

Таблица 6

Методы орошения в зависимости от разновидности почвы

| Характеристика почвы                                                  | 1. Зона больших уклонов 0,01...0,02                                                                                     | 2. Зона очень больших уклонов 0,02...0,05                                                 | 3. Зона средних предгорных склонов 0,05...0,1                                             | 4. Зона крутых склонов подзона "а" подзона "б" подзона "в" 0,1...0,2 0,2...0,4 выше 0,4                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А. Светлые серые, серо-бурые, серо-бурые, сероземные, легкие суглинки | 1. Переменные струи<br>2. Предварительное увлажнение борозд<br>3. Дискретный полив<br>4. Уплотнения борозд с полинерами | 1. Полимеры, поликомплексы, гуминовые удобрения<br>2. Водосберегающая технология А-1, А-3 | 1. Полимеры, поликомплексы, гуминовые удобрения<br>2. Водосберегающая технология А-1, А-3 | Противозероционные и водосберегающие технологии орошения в контурном земледелии, террасирование склонов с противозероционными мероприятиями орошения, виноградарства с совмещенными культурами<br>Дискретный полив пропашных культур |
| Б. Типичные сероземы, средние суглинки                                | То же, что А-1.                                                                                                         | То же, что А-1, Б-3 и В-2                                                                 | 1. Контурные борозды<br>2. Джоячные борозды                                               | То же, что А-4<br>То же, что А-4                                                                                                                                                                                                     |
| В. Темные сероземы, тяжелые суглинки                                  | То же, что А-1, В-2                                                                                                     | 1. Рыхление почвы<br>2. Щелевание<br>3. Полимеры и поликомплексы                          | То же, что Б-3                                                                            | То же, что В-3, А-4<br>То же, что А-4                                                                                                                                                                                                |

### 5. ВНЕДРЕНИЕ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВО, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВЕРШЕННЫХ ПРИМОВ ОРОШЕНИЯ И ОХРАНЫ ПОЧВ.

Внедрению научных достижений в производство автор уделял внимание при выполнении хозяйственных работ и непосредственно участвовал при их внедрении вместе с проектными институтами, с хозяйствами. Внедрение осуществлялось в зоне Ташкентской, Наманганской, Андижанской, Ферганской, Кашкадарьинской областей Узбекистана, а также в Ошской и Чимкентской областей Юга Киргизии и Казахстана, в Ходжентской области Таджикистана.

Экономическая эффективность от внедрения НИР определялась по действующим на момент внедрения инструкциям Минводхоза, Агропрома, ГКНТ по науке и технике.

Экономия водных ресурсов составляет: 110,0 млн. м<sup>3</sup>, земельных — 2034 га, трудовых — 988 чел. поливальщиков. Ожидаемый годовой прирост продукции в хлопководстве, при выращивании кормовых культур составит 3673,8 тыс. тонн на площади 37600 га, в перспективе на площади 395 тыс. га — 386 тыс. тонн. Разработанные нормативные положения по подготовке земель к освоению и использованию приемов орошения применены в технических проектах орошения слабоволнистых и холмистых земель с крутыми склонами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Интенсивное развитие оросительных работ в предгорной зоне Узбекистана, а также нарастающий темп народонаселения, уменьшение надела на душу населения, повторение маловодья и наступающий дефицит водных ресурсов, резкое ухудшение экологической обстановки региона, поставили перед водохозяйственными и сельскохозяйственными организациями новые задачи по интенсификации орошаемого земледелия, наиболее важной частью которых является совершенные приемы орошения, особенно в трудных природных условиях освоенных земель.

2. Предгорная зона — благоприятная для развития орошаемого земледелия играет важную роль в народном хозяйстве Узбекистана. На базе водохранилищ и насосных станций, самотечного водозабора выращиваются хлопчатник, плодовые, овощные, кормовые и др. культуры, где 2/3 часть населения занята на производстве сельскохозяйственной продукции, социальная защищенность которых зависит от угрозы нарастания дефицита водных ресурсов, от трудоемкости ручных работ, а потребности затрат

энергии с каждым годом все возрастает.

3. Природные условия предгорья: климат, рельеф и почвы — разнообразны, но в основном благоприятны для возделывания интенсивных культур, однако имеют свои трудности при освоении и орошении этих земель. Широкое колебание суммарной температуры от гор к пустыне, осадков, ветрового режима, а также в условиях почв с суффозионными, просадочными, оползневыми, эрозионными явлениями, при интенсивном оскелечивании почв на каменистых землях, на слабоводопроницаемых почвах с крутыми склонами, необходимы специальные методы подготовки почв и приемы орошения. Для оценки природных условий и выбора направления по улучшению плодородия почв разработана классификация орошаемых земель по почвенным и рельефным признакам, на основании которых определены пути целесообразного ведения орошаемого земледелия. Опытные-полевые исследования определили большие затраты воды с потерями воды на сброс и в глубинную утечку, а также потери питательных и микроэлементов в почве. На основании изучения водных, воздушных и питательных режимов растений на новых землях разработаны рекомендации по орошению этих земель с исключением негативных процессов, влияющих на орошение и характерных для загнивающихся, просадочных, каменистых, сильно и слабоводопроницаемых почв. На этих землях наиболее остро стоит вопрос внедрения водосберегающих и почвоохраняющих технологий орошения в первую очередь для доминирующего способа орошения — полива по бороздам, в условиях, где затруднена замена его на альтернативные варианты.

4. На основе современных понятий механизма зарождения смыва почв в аридной зоне предложена схема использования взаимодействующих факторов эрозии и определены принципы ее предупреждения. На основании этой схемы выделены понятия: допустимые скорости, расходы, эродирующая способность потока, увеличение противозерозионной стойкости почв, возможность перевода режима потока от "омыва" на "намыв" взвешенными наносами путем кольматирования почв склонов. Получены экспериментальные результаты, подтверждающие приемлемость экспресс-метода установления смываемости почв в эрозионном лотке и увязки результатов исследований с натурными условиями через гидравлические параметры потока и водно-физические свойства почв, дана интерпретация аналитического выражения данного процесса.

5. Подтверждена применимость уравнений смыва почв по акад. П. Е. Мирцхулава в новой модификации для расчета донных, средних и поверхностных скоростей потока воды в борозде, установлена взаимосвязь поч-

венных факторов водно-физических свойств с силами сцепления почвенных частиц на разрыв с учетом влияния на них увлажнения почв, корректировка их по режиму орошения по предположенным влажностям почв, для применения приемов дискретного полива.

6. Определены степени и критерии стойкости почв от смыва при применении различных противоэрозионных мероприятий, связанных с совершенствованием техники и технологии поливов на склонах.

7. Доказано, что одним из радикальных методов улучшения методов поливов является искусственное оструктурирование почв полимерами заводов и химкомбинатов Узбекистана. Это мероприятие позволяет увеличивать водопроницаемость слабводопроницаемых почв, создавать шероховатые борозды на больших и гладкие борозды на малых уклонах для регулирования увлажнения склонов, улучшать аэрацию почв, усиливать кольматирование почвы наносами, повышать безопасность полива на крутых склонах, использовать длинные борозды без ок-арьков, при этом повышается производительность труда на поливе, улучшается качество увлажнения на склонах с меняющимися уклонами, на выпуклых и вогнутых склонах, позволяет обходиться без дорогостоящих планировочных работ, способствует ускорению и окончанию просадочных процессов в почвогрунте и их влиянию на поливы, повышает плодородие почв.

8. Применяемые различные органы воздействия на сечение борозд и изменение направления поливных борозд на склонах: контурные и дюльневые борозды, также повышают качество увлажнения склонов, уменьшают и исключают смывы почв, увеличивают производительность труда на поливе.

9. Определены оптимальные сочетания элементов техники полива, их использование в технологии орошения для прогнозирования повышения плодородия почв и программирования урожая.

10. На трудномелиорируемых землях предгорья разработаны поэтапные принципы подготовки почв, поливной техники с использованием комплекса мелиоративных, агротехнических работ для повышения эффективности освоения новых земель, ускорения ввода земель в сельскохозяйственный оборот. Использование рекомендаций по подготовке почв и применение приемов орошения позволяют в первый год орошения повышать урожай хлопчатника с 8...16 до 25...37 ц/га.

11. На крутых склонах разработаны приемы водосберегающих технологий орошения, заменяющие обычные поливы по бороздам с наименьшими потерями воды, и без аварий террас от оползней. Использование приемов орошения на террасах повышает надежность работы оросительных систем.

12. Результаты исследований внедрены в хозяйствах с общей площадью 37,6 тыс. га с фактическим годовым эффектом 9,19 млн. руб.

на момент внедрения. Материалы разработок использованы для дальнейшего развития земледелия в проектных институтах. Опыт использования научных рекомендаций подтверждена в производственных условиях достоверностью результатов опытных экспериментов с проверкой их на поливах в бригадных участках хозяйств, получением урожая сельскохозяйственных культур.

13. Совершенные приемы орошения районированы по целесообразности их применимости по почвенно-рельефным условиям, системы ведения земледелия, освоения земель и их потребности в трудовых, материальных, энергетических затратах на гектар орошения.

14. Разработанные предложения использованы при проектировании противоэрозионных и водосберегающих технологий поливов, утверждены САО ВАСХНИЛ, Агропромом и его филиалом в Кашкадарьинской области, в материалах проектных разработок Союзгипроводхоза, Средагипроводхоза.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Опыт полива гибкими поливными трубопроводами на сложном рельефе // Механизация хлопководства. - 1961. - №8. - С.16-19.

2. Эрозия почвы в поливных бороздах и гибкие поливные трубопроводы на полях с большими уклонами // Механизация и электрификация горного земледелия и животноводства. - 1963. - №3. - С.17-19.

3. Новый способ полива на адирных землях // Сельское хозяйство Узбекистана (на узб.яз.). - 1962. - №1. - С.22.

4. Эрозия в связи с техникой бороздкового полива в предгорных районах Ферганской области. Сб.: Вопросы гидротехники. - АН Узбекистана. - 1965. - №29. - С.105-115.

5. Смыв и ... // Наука и жизнь (на узб.яз.). - 1965. - №5. - С.30-31.

6. Механизация полива по бороздам с помощью лотковой сети // Механизация хлопководства. - 1965. - №5. 2С.27-29 (соавт. Юльчиев С.М.).

7. Некоторые приемы борьбы с эрозией почвы при бороздковом орошении на крутых склонах // Механизация и электрификация горного земледелия и животноводства. - 1966. - №4. - С.16-17.

8. К вопросу полива хлопчатника по длинным бороздам // Механизация хлопководства. - 1966. - №10. - С.20-21 (соавт. Махматовсулов А.).

9. Исследование влияния техники полива на ирригационную эрозию Сб.: Вопросы гидротехники АН Узбекистана. - 1967. - №31. - С.43-61 (в соавторстве В.Б. Гусак, С.М. Юльчиев, М.Д. Челюканов и др.).

10. Новая поливная техника на адирях // Сельское хозяйство Узбекистана. - 1975. - №12. - С.23.

11. Поливная техника для бороздкового полива в условиях адиров. Сб.: Гидротехника и мелиорация в условиях Узбекистана. - 1976. Вып. 82. - С.16-17.

12. О методике расчета эрозии почв при бороздковом поливе. Тезисы докладов XXXVI научно-педагогической конференции ТИИИМСХ, май

1977.-С.21.

13. Техника полива на участках с большими уклонами // Хлопководство.-1977.-№ 6.-С.12-14.

14. Исследование техники полива и методы освоения земель в условиях предгорий в Ташкентской области. Реферативный отчет во Всесоюзном институте научно-технической информации.-М.,1978.-76 с.

15. Техника полива для адиров // Сельское хозяйство Узбекистана.-1978.-№ 2.-С.46.

16. Техника полива для бороздкового орошения на адирах // Механизация хлопководства.-1978.-№4.-С.31.

17. Иригационная эрозия и техника полива на адирах // Хлопководство.-1979.-№7.-С.41.

18. Особенности режима орошения хлопчатника на крутых склонах. Доклады научно-технической конференции Литовской сельхозакадемии.-Вильнюс.-1978.-С.84-87.

19. Особенности режима орошения хлопчатника на участках с большими уклонами // Хлопководство.-1979.-№6.-С.28-29.

20. Поливные террасы для орошения хлопчатника на крутых склонах // Механизация хлопководства.-1979.-№11.-С.5-6.

21. Техника полива сельскохозяйственных культур.-Ташкент.:Узбекистан.-1980.-86 с.

22. Способ контроля динамики заиления водоемов и устройство для его осуществления. Авторское свидетельство № 1213408.-М.-1984 (соавторство М.А.Новосельский,А.А.Рачинский и др.).

23. Особенности технологии полива на больших уклонах. Сб.Рационализация сельскохозяйственного использования водных ресурсов Узбекистана.-Ташкент,1984.-С.43-48 (соавтор Аджи-вели).

24. Совершенствование поверхностных способов полива в предгорной зоне препаратом серии "К".Тезисы докладов САО ВАСХНИЛ.-1984.-С.47-48.

25. Исследование противозерозионных мероприятий при поливе на крутых склонах в подсобном хозяйстве хозяйства Гиссаракгидростроя.Сб.проблемы гидромелиоративных систем в районах старого орошения.-Ташкент 1985.-С.35-42. (соавторы К.А.Амиров,О.П.Татур).

26. Инструкция по противозерозионным мероприятиям при поливе хлопчатника по бороздам. АН СССР, ИЦБИИПИФ, САО ВАСХНИЛ, МГУ, СовзНИИХИ.-М.-1985.-15 с.

27. Противозерозионный метод полива склонов. Информационный листок.-Ташкент,УзНИИНТИ.-1985.-2 с.

28. Применение полимеров серии "К" для орошения склонов выпуклого очертания поверхности. Информационный листок.-Ташкент:УзНИИНТИ.-1985.-1 с.

29. Применение полимерного препарата серии "К" для увеличения производительности труда при поливе на склоновых землях. Информационный листок.-Ташкент, УзНИИНТИ.-1985.-1 с.

30. Борьба с эрозией почвы в зоне хлопкосеяния (рекомендации).-М.:Агропром СССР:Агропромиздат.-1986.-9 с (соавторство К.М.Мирзаянов,М.С.Кузнецов и др.).

31. Совершенствование внутрихозяйственной сети в условиях делетовых оросительных систем районов орошения.-Ташкент.-1986.-С.113-120.

32.Противозерозионная технология орошения на предгорных землях Узбекистана.Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции "Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных условиях".-М.-1987.-С.124-125.

33. Итоги 2-х летних испытаний полимера К-4 для увеличения производительности полива, уменьшения эрозии и повышения плодородия почв на староорошаемых землях Киргизии.Сб.трудов ВНИИМП, -Коломна.-1987.-С.34-36 (соавтор Исмаев А.).

34. Рекомендации по технике и технологии полива и проектированию оросительной сети на крутых склонах для выращивания кормовых культур в предгорьях Кашкадарьинской области.-ВАСХНИЛ,Госагропром СССР, ТИИИМСХ,Каршинский филиал.-Карши.-1987.-18 с.

35. Особенности использования трудномелиорируемых земель // Хлопководство.-1987.-№7.-С.35-36. (соавторы А.Д.Дробот,И.А.Бегматов).

36. Орошение гипсоносных почв.Сб.научных трудов Средазгипроводхлопка.-Ташкент.-1988.-С.63 (соавторы А.Д.Дробот,И.А.Бегматов).

37. Приемы совершенствования техники и технологии орошения по бороздам на крутых склонах Кашкадарьинской области. Доклады ВАСХНИЛ.-М.-1988.-№ 4.-С.46-48 (соавтор Худоев И.К.).

38. Техника и технология поливов.-Ташкент.:Мехнат,-1988.-90 с.

39. Рекомендации по эффективной технологии освоения трудномелиорируемых гипсоносных серо-буро-серозёмных почв Нишанского района Кашкадарьинской области.-Ташкент.:Средазгипроводхлопок.-1989.-II с (соавторы Н.Г.Лучинин,А.И.Дробот,И.А.Бегматов).

40. Технология полива на просадочных грунтах // Сельское хозяйство Узбекистана.-1989.-№ 5.-С.56-57 (соавторы Бердиев Ш.И.).

41. Обработка поливных борозд полимером // Земледелие.-1989.-№ 8.-С.57 (соавтор К.П.Паганас).

42. Рекомендации по технике и технологии полива на просадочных грунтах 2-й очереди освоения Каршинской степи. Госагропром СССР, Гос-

агропром Узбекистана, САО ВАСХНИЛ, ТИИМСХ, Каршинский филиал. - Карши. - 1987. - 12 с. (соавтор Бердиев Ш.Х.).

43. Дорогу - прогрессивной технологии // Сельское хозяйство Узбекистана. - 1990. - № 4. - С. 54-55 (соавтор Бердиев Ш.Х.).

44. Совершенствование технологии полива на просадочных грунтах. Труды ТИИМСХ, Ташкент. - 1989. - С. 39-43 (соавтор Бердиев Ш.Х.).

45. Технология полива на просадочных грунтах // Сельское хозяйство Узбекистана. - Ташкент. - 1990. - № 5. - С. 52 (соавтор Бердиев Ш.Х.).

46. Опыт с применением почвоулучшителей. Материалы II Международного конгресса по сельскохозяйственной технике. Дублин, Ирландия, сентябрь, 1990. С. 1815-1816.

47. Водосберегающая система орошения в засушливой зоне. Материалы XII Международного конгресса по сельскохозяйственной технике (использование водных и земельных ресурсов), сентябрь, Милан, Италия, 1994. - 2 с.

Узбекистондаги тоғ этағи ерларда тупроқ қўрилишга қарши ва сув тежаш учун сугорилиш техника ва технологияси.

Ер ва сувдан тўғри фойдаланиш, гўза ва бонқ экинлардан мўл ҳосил етиштириш, табиатни муҳофаза қилиш - ҳозирги куннинг долзарб ва энг асосий масалаларидан биридир.

Алдр ва тоғ этағи ерларидан унумли фойдаланишни амалга ошириш учун фан, техника ва ишлаб чиқарил ҳамкорлигини яқини йўлга қўйишга тўғри келади. Эндилқда сув танқислиғига қарамай, сугориладиган ерлардан оқилона фойдаланиш ва экологик мувозанатни тиклашни таъминлайдиган мақбул ва қўлай усулларни такомиллаштириш тақово қилинади. 1962-90 йилларда Тошкент ва Қашқадарё областларида, Ғарғона водийсида олиб бориладиган илмий-тадқиқот ишлари ва эришилган тақриблар асосида диссертацияда қўйиладиган таъсия этилади. Ағатлаб сугориш - асосий сугориш усули, бу усулни такомиллаштиришда оптимал техника ва технологияни қўллаш усуллари калтирилган: эрозияни йўқотиш ва сувдан бейсроф фойдаланиш, ундан кейин ҳосилни программалаштириш ва тупроқ унумдорлигини кузатиб бориш усулларини ишлатилиш кераклиғи таъсидланган ва кўпроқ сугориладиган ерларни баҳолашда, лойиҳада, янги ерларда фермерлик хўжалиқларини тиклашда ва эски ерларда каналларни ўрнатишда ишлатилади. Бунда, асосийси - сув ва ерни муҳофаза қилишдир.

Кимёвий полимерлардан "К" номли тури синоздан ўтказилиб яқини натижаларга эришилди, улар қўйиладиган: Бу полимер қўлланилганда ерни қўрилишдан саклаш мумкин; нишоси қатта ва баланд-пастга қарамай тупроқни сифатли намлаш имконияти туғилади; ағат узунлигини 500 м гача узайтириш, тошлоқ ерларнинг сув лойқасини қўқтириб ўсимликларга тезроқ унумли қаватни ошириш ҳам таъсия қилинган. Булардан таъқари деҳқончилик фермер хўжалиқларига янги ағат хилларини кесил таъсиялари белгиланган; хўш усулни янги равишда қўллаш ва сугоришни автоматизациялаш имкониятлари; қатта нишоси ерларда ерни горизанталга қараб ағатлар нишосини қамайтириш; эрозияни умуман йўқотиш; ҳар хил трактор асбоблари билан ернинг хўш-

сиятини яхшилаш; гипслик ўққонлар ривожланишини, қумлоқ қатламлари ерларда ер чўкиш процессларининг таъсирини йўқотиш ишлари белгиланган. Шу тупроқларда сув ўтказувчан хусусиятини аниқлаб ағатлаб сугориш ноқулай томонларини йўқотиш белгиланган ва бошқа сув тежаш усулларига алмаштириш имкониятларини тавсия қилинган. Бу усуллардан бири – плёнкали кичик диаметрик тешик шлангалар, трубалар, лотоклардан сугориш бўлиб, томчилаб сугориш усули ўрнига ишлатилади, чунки сув ниҳоятда лойқа ва энергия ресурслари кам бўлган жойларда уни ишлатиб бўлмайди. Бу усул кўпроқ тоғ ерларда ва тоза сув оморига яқин ерларда қўлланилади. Тавсия қилинган усуллар билан сув сарфи 2 баробарга камайиши мумкинлиги исботланган. Бунинг учун 45 см чуқурликда, баҳор фаслида, тупроқ-полимер ва бошқа материаллардан ишлатилган нам сақлаш блоклари ясаб қўйилади ва уларни тупроққа сувни сақлаш хусусиятини эътиборга олиб йиллик кам норма ўғит сиғдириб кичик нормада сув бериш имкониятига эришилади. Бу тавсия уч хил алмаштираш экин ўсимликларда тажрибадан ўтказилган; пахта, маккажўхори ва беда ўсимликларида. Трактор ишлатиш процессларни ҳам камайтириш йўллари кўрсатилган, экинларни 45 см орада экиш имконияти ҳам кўрилган. Шу усуллар янги ерларда пахта ҳосилини 8-12 центнердан ошириб 25-37 центнергача вкўрига кўтарали, сугориш меҳнати осонлашади, агротехник ишлов беришлар ўз вақтида бўлади. Сугориш техникасини қўллашда унинг қондалари ва учраб турадиган ноқулай томонларини кўрсатилган, шароитга қараб уларни қўллаш тавсия этилади ва янги хўжаликларни тиклашда, уларни лойиҳалаш ишларида, эски ерларда эса ўзлаштиришда ишлатилади. Бунинг учун қурилган қувр ва лотоклар ҳар бир хўжаликда такомиллаштирилиб, шароитга мослаштириш мумкин шартлари белгиланган.

Катта нишобли ва паст-баланд адир ерларда сугориш учун террасалар қурилади. Шу шароитда қулай келадиган сугориш усуллари: томчилаб сугориш /асосан дарахтлар ва узум экинлари учун/, ўсимлик атрофини намлаш, ер остидан тешик қувурлардан фойдаланиш, тешик шлангалар ва лотоклардан ҳам фойдаланиб террасаларни текис намлаш, уларни явилиб бузилиш-

ларни йўқотиш, ўсимликларга яхши агротехника шароитларни яратиш ва сув ишларини автоматизациялаш имкониятлари белгиланган. Террасадан фойдаланишда уни узоқ йилларда қандай асраб қолиш ва унумли фойдаланиш йўллари баён этилган ва йилдан-йилга тупроқ унумли қаватини яхшилаш белгилари кўрсатилган.

Ўтказилган тажрибаларни амалга оширганда Ўзбекистонда адир ва тоғ этаги, ёнбағир ерларда 110 млн.м<sup>3</sup> сув тежаш мумкин; 37,6 минг гектар ер қўшилиши мумкин, 988 сувчи сонки камайиши ва умумий даромад /1984 йилги нархда/ 9,19 млн.сўм олиш мумкинлиги исбот қилинган. Тажрибалардан ўтган ва тавсия қилинган тадбирлар ВАСХНИИ Ўрта Осиё бўлими томонидан, Иттифок Агросаноат ва Иттифокгидропроводхоз, Ўрта Осиё пахта экинларини лойиҳалаш институтлари томонидан тавсия қилинган.

Irrigation engineering and technology of conservation of soil and economic use of water in the high hill zone of Uzbekistan.

This work deals with irrigation engineering allowing to use more economically water and reduce soil erosion, increase protection of soil and water environment from pollution by fertilizers. Intensive use of irrigated soil leads to losses of fertility, that is a problem, which is well known in Uzbekistan. Results obtained under natural conditions over a period of some years confirm expected improved soil conservation and fertility in the soil by using furrow irrigation and other irrigation systems.

We have developed a polymer "K", which has some advantages: it gives structural formation of soil, regulated water permeability on slopes, makes soil protection, length of the furrow can be increased up to 500 m, in this case a network of irrigation ditch can not be used. On soil containing hard gypsum and sandy interlayers to a depth of 0,9 m with use of special tractor implements for loosening and polymer it is possible to obtain yielding capacity of cotton amounting to 27,5 cwt/ha against 8,2 cwt/ha. Polymer is formed in the upper layers of stony and sandy soil by depositing of silts with nutrients for plants.

We propose zigzag-shaped contour and other types of furrows on slopes. Irrigation methods on the slope is effectively reliable method, when theory of irrigation engineering is used corresponding to standards for irrigation components, programming and forecasting of yields and improvement of soil fertility.

This work covers also drip irrigation, subsoil and bench-border irrigation. We use methods of irrigation to increase soil fertility of deserts and recommend this method and others for development of farms, to meet agricultural requirements, recommend temporary irrigation ditches on slopes of fields.

Results obtained: economic use of water, i.e. 110 million cu.m. additional irrigation potential - 2034 ha, economic use of irrigation workers - 988 persons.

1544

буюртма

Жами

100

нуска

Ўзбекистон Давлат матбуот қўмитаси ҳузуридаги Тошкент китоб-журнал фабрикасида босилди.

700194, Тошкент, Юнусово йўли, Муродов хўраси, 1.