

УДК 502/504: 631.67: 631.6.02  
AGRIS P10

<http://doi.org/10.5281/zenodo.2257274>

## РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПЛАНИРОВКЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

©*Мурадов Р. А.*, канд. техн. наук, Ташкентский институт инженеров ирригации  
и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан, [admin@tiim.uz](mailto:admin@tiim.uz)

©*Шайманов Н. О.*, Ташкентский институт инженеров ирригации  
и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан

## THE RESULTS OF THEORETICAL RESEARCH ON LAND LEVELING OF IRRIGATED LANDS

©*Muradov R.*, Ph.D., Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,  
Tashkent Uzbekistan, [admin@tiim.uz](mailto:admin@tiim.uz)

©*Shaimanov N.*, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,  
Tashkent Uzbekistan

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы совершенствования камеральных работ при проектировании планировочных работ. Авторами на основе проведенных полевых опытов получены результаты по определению количества профилей в зависимости от точности, предлагаются методы расчета планировочных работ при прямоугольной сетке для минимальном объеме земляных работ, а также гидравлически оптимальных уклонах. Авторами предлагаются коэффициент качества планировки, зависящий от качества планировки поверхности поля и равномерности распределения плотности почвы.

*Abstract.* The article deals with the improvement of office work in the design of land leveling works. On the basis of field experiments, the authors obtained results on determining the number of profiles depending on the accuracy; they propose methods for calculating land leveling work with a rectangular grid for a minimum amount of earthwork, as well as hydraulically optimal slopes. The authors propose the land leveling quality coefficient depending on the quality of the field surface and the uniform distribution of soil density.

*Ключевые слова:* планировка полей, камеральная работа, капитальная и текущая планировка, минимальный объем земляных работ, коэффициент качества планировки, гидравлически оптимальный уклон.

*Keywords:* field land leveling, office work, capital and operational land leveling, minimum amount of earthworks, quality factor of the layout, hydraulically optimal slope.

### *Введение*

До настоящего времени часто применяемым методам составления проектов капитальной планировки поверхности орошаемых участков можно отнести:

- метод проектирования рельефа небольшими плоскими площадками В. Н. Мартенсен [2];
- метод проектирования из условия баланса работ по поперечникам Н. П. Самсоновой [9];
- метод А. П. Вавилова [3];
- метод проектирования по условиям баланса работ по полосам и площадкам разной величины и формы Х. К. Газиева [4];
- метод проектирования под линейчатую поверхность и под наклонную поверхность А. Н. Ляпина [6];
- метод проектирования по стандартным одноконтурным площадкам Г. В. Цивинского.

Техника проектирования всеми этими методами сводится к тому, что проектировщик постепенно подбирает нужное положение проектной поверхности, корректируя по ходу вычислительных работ для получения баланса.

Ниже рассмотрим некоторые из этих методов, применяемых в практике в настоящее время в производственных условиях.

*1. Проектирование по продольным полосам.* Этот метод разработан Узгипровхозом [6]. Исходным материалом для проектирования является топографический план нивелирования по квадратам 20х20 м. в основу проектирования положен принцип подбора проектной поверхности по вычерченным продольным профилям с учетом баланса объемов земляных работ по срезке и насыпке по каждой полосе.

Окончательное положение проектной поверхности на профилях достигается не сразу, а за несколько последовательных приемов путем постепенного приближения.

*2. Проектирование по горизонталям.* Этот метод проектирования разработан С. М. Кривовязом [5] и А. П. Вавиловым [3]. Исходным материалом для проектирования может служить топографический план участка в масштабе 1:2000 с сечением горизонталей 0,20–0,25 м.

В основу проектирования рельефа этим методом положено направление естественных черных горизонталей красными, проектными. Проектировщик, анализируя на топографическом плане характер естественных горизонталей, намечает пути получения таких рельефных форм и конфигураций, которые полностью отвечали бы принятым условиям проектирования. Рекомендуется минимально изменить направлению и конфигурации существующих черных горизонталей. Для получения баланса объема по срезке и насыпи грунтов красные горизонталю наносят так, чтобы площади срезки и насыпи заключенные между черными и красными горизонталями, были приблизительно равны друг другу.

Первые нанесенные проектные горизонталю обычно не дают необходимого баланса земляных работ, поэтому проектировщик несколько видоизменяет намеченные первоначальные формы рельефа и постепенно добивается этого баланса.

*3. Проектирование методом топографической поверхности командования.* Этот метод был разработан Ю. Г. Батраковым и И. А. Дзядивичем [8]. Исходным материалом для составления проектов этим методом является топографический план нивелировки квадратами 20×20 м в масштабе 1:2000.

В основу метода проектирования заложено перенесение естественных отметок в убывающем порядке по продольным и поперечным направлениям.

В соответствие с намеченными направлением и выводных борозд проектировщик определяет отметки топографической поверхности командования. Эта работа ведется в следующей последовательности:

а) отметки естественной поверхности на плане надписываются по каждому створу в принятом направлении полива в убывающем порядке (отметка «б»).

б) затем отметки «б» переписываются еще раз в убывающем порядке по перпендикулярным створам в направлении выводным бороздам (отметка «б»).

Полученные в процессе второй последовательности отметки определяют искомую топографическую поверхность командования. Если теперь для каждого квадрата  $20 \times 20$  м сопоставить естественную отметку земли, зафиксированного при съемке с отметкой командования, то получится соответствующие размеры срезки и насыпи. Сопоставление проекта этим не ограничивается, поскольку эта поверхность по своему качеству недостаточно отвечает требованиям техники полива, так как в нем могут повстречаться квадраты с одинаковыми высотами.

На следующей стадии проектирования производится корректировка первоначальной топографической поверхности командования в соответствии с требованиями техники полива. Таким образом, окончательные отметки рабочего проекта определяется в процессе подбора.

*4. Проектирование под наклонную плоскость.* Впервые проектирование под наклонную поверхность было изложено В. Н. Мартенсоном [2]. Исходным материалом для составления проектов планировки рельефа этим методом является топографический план в масштабе 1:2000 с естественными отметками земли в квадратах  $20 \times 20$  м.

В основе составления проекта планировки по этому методу лежит определение общего уклона поверхности по длине и по ширине планируемой поверхности, которые определяются по ровности крайних отметок по створам продольного и поперечного направлений. После определения уклонов проектной наклонной поверхности определяют среднюю отметку естественной поверхности, и принимая, что средняя отметка на планируемой площади занимает центральное положение, через эту отметку проводят наклонную поверхность с соответствующими уклонами. Эта наклонная плоскость не дает сразу баланса объемов грунта по срезке и насыпке, т.к. при определении уклонов продольного и поперечного направлений не учитывались промежуточные отметки естественной поверхности. В дальнейшем баланс объемов земляных масс дополняется дополнительными расчетами и корректировкой проектной поверхности.

*5. Проектирование рельефа под линейную поверхность.* Этот метод проектирования рельефа был разработан А. Н. Ляпиным [6]. Исходным материалом при проектировании служит топографический план прямоугольной формы с пронивелированной сеткой квадратов  $20 \times 20$  м. проектировщик предварительно изучает естественный рельеф планируемого участка по топографическому плану и назначает границы делянок, которые будут спланированы по линейную поверхность. Границы этих делянок назначаются так, чтобы они приспособились к основным формам естественного рельефа.

Далее для каждой делянки делением сумма всех естественных отметок на количество отметок определяют среднюю отметку каждой делянки и затем определяют отметки маяков на выравнивающих линиях, проходящих посередине делянок по направлению полива. Независимые превышения определяются приближено, как разность средних отметок первой и последней полосы делянки.

После установления на сопрягающихся линиях маячных отметок, в процессе интерполяции проектные отметки промежуточных квадратов разбивки. Процесс составления проектов планировки рельефа этим методом сопровождается громоздкими арифметическими расчетами, а теоретическая основа данного метода имеет много условностей и неприменима для ЭВМ.

6. Разработанная Р. Х. Базаровым методика проектирования поверхности поливного участка, дает возможность разбивать на самостоятельные делянки, сопрягающихся между собой и имеющих свою проектную поверхность сравнения. Она позволяет определить уклоны поверхности земель для минимума объема земляных работ, а также с учетом гидравлических параметров оросительной системы.

Р. Х. Базаров [7] отмечает, что имеющиеся многочисленными зависимостями и формулами по расчету планировки поверхности поливных участков не получили широкого применения в производственных условиях, т.к. они выведены для участков строго прямоугольной формы. В разработанной методике известен также допустимый уклон по ширине планируемого участка. Однако, в предложенном Р. Х. Базаровым методе планировки не учитываются конфигурация оросительных полей и связанные с ними ошибки при определении уклонов поля, что очень важно в условиях переходного периода Узбекистана.

#### *Материалы и методы исследования*

Объектами исследований были выбраны орошаемые поля, где проводилась планировка земель (Рисунок 1).

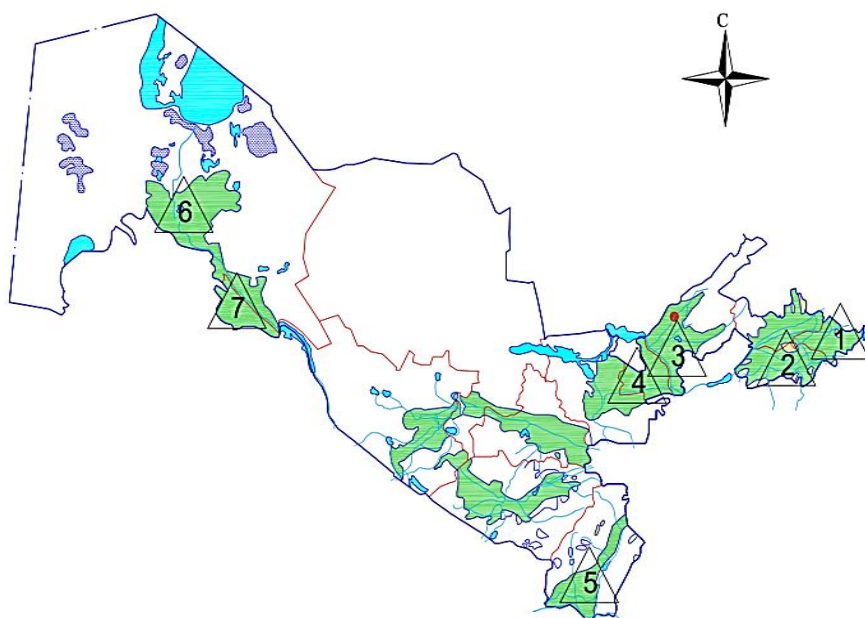
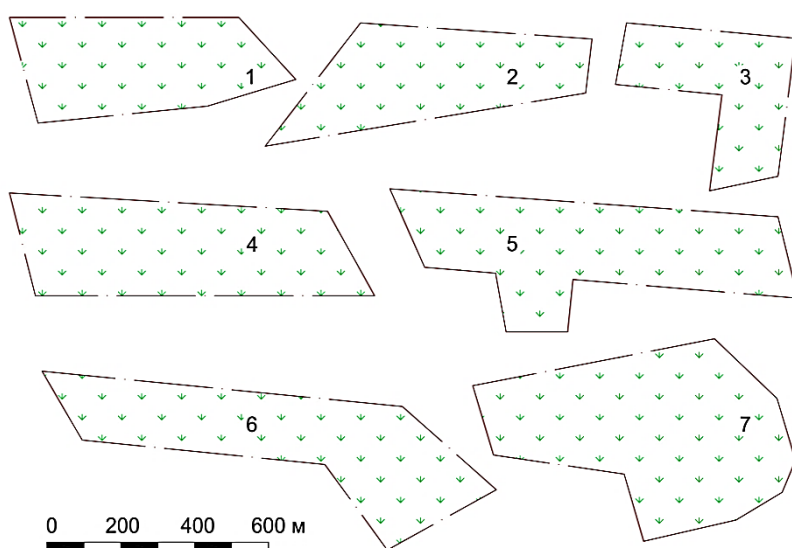


Рисунок 1. Местоположение объектов исследования: 1 — АВП М. Юсупов Кургантепинского района Андижанской области; 2 — АВП Акбаробод Кувинского района Ферганской области; 3 — АВП А. Навоий Букинского района Ташкентской области; 4 — АВП Янгибад Мирзаабдского района Сырдарьинской области; 5 — АВП Н. Мирзаев Джаркурганского района Сурхондарьинской области; 6 — АВП Уйсаланг Элликкалинского района Республики Каракалпакстан; 7 — АВП Бустон Хазораспского района Хорезмской области.

Основные параметры полей и их конфигурация представлена в Таблице 1.

Таблица 1.

ОСНОВНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛЕЙ



№	Длина поля, м	Ширина поля, м	Площадь, га
1	724	287	16,1
2	878	279	16,5
3	459	348	11,6
4	918	244	21,4
5	1058	372	23,6
6	1241	344	22,7
7	765	497	27,8

Методы исследования

Форма полей оказывает существенное влияние на точность при определении уклонов по абсциссе и ординате. Для исследования точности продольных и поперечных уклонов были использованы результаты полевых исследований топоъемок по вышеприведенным объектам при размере квадратных сеток 50×50 м, 40×40 м, 30×30 м, 20×20 м с данными при 10×10 м.

Относительная погрешность уклона определяется по следующей зависимости:

$$\varepsilon = \frac{[I_{10 \times 10} - I_{a \times a}]}{I_{10 \times 10}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $I_{10 \times 10}$  — определенный уклон при измерениях квадратных сеток 10×10 м;  $I_{a \times a}$  — определенный уклон при измерениях квадратных сеток  $a \times a$  метров;  $k a$  — 10, 20, 30, 40 и 50 метр;  $a = \frac{a}{L} \cdot 100$  — относительная длина (обратно пропорциональные числу профилей), %;

$L$  — измерения поля (длина или ширина).

Результаты исследований

Рассмотрим в качестве примера поле фермерского хозяйства Саодат в АВП Н. Мирзаева Жаркурганского района Сурхандарьинской области, расположенного в пойме реки Сурхандарья имеет длину 1058 м, а ширину — 372 м. При проведении изысканий по существующим методам проектирования планировки, поле было разделено по квадратной сетке 40×40 м, т. е. были взяты 26 поперечных профилей по абсциссе и 9 продольных по ординате. Иначе, точность уклона поля будет зависеть от 26 профилей по абсциссе, и 9 продольных профилей по ординате, т. е. погрешность по ординатам будет несколько большим, чем по абсциссе.

Аналогично определяем количество продольных и поперечных профилей для объектов исследования, которые приводятся в Таблице 2.

Таблица 2.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОСТИ УКЛОНОВ

№	Показатели	Номер поля						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Длина поля, м	724	878	459	918	1058	1241	765
2	Ширина поля, м	287	279	348	244	372	344	497
3	Размеры квадратной сетки, м	30	30	20	30	40	50	40
4	Количество профилей по ширине	24	29	23	31	26	25	19
5	Количество профилей по длине	10	9	17	8	9	7	12

Анализ погрешностей проектных уклонов в зависимости от размеров квадратных сеток для вышеприведенных объектов исследования приводятся на Рисунке 2.

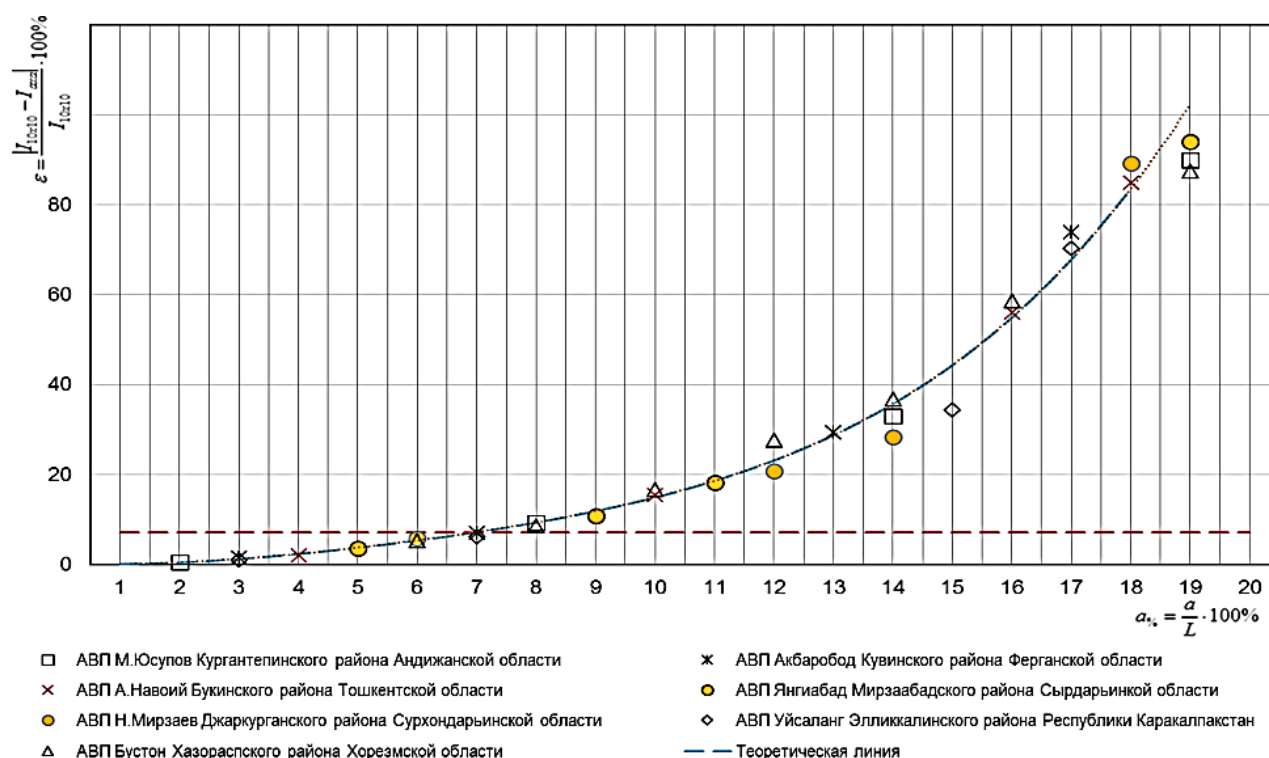


Рисунок 2. Сопоставление размеров квадратных сеток к точности проектных уклонов.

Формула теоретической кривой между относительной погрешностью уклона и относительной длиной ( $R=0,982$ ) имеет следующий вид:

$$\varepsilon = 0,0015a^4 - 0,03a^3 + 0,36a^2 - 0,51a + 0,23 \quad (2)$$

График (Рисунок 2) показывает, что показатель относительной длины в планируемом поле предназначенного для определения уклона должен быть меньше  $a\% = 7,2\%$ , что возможно при наличии количества профилей более 14–16, также что точность не зависит от размеров сетки.

В соответствии с данным результатами в Таблице 3 рассчитаем размеры прямоугольной четырехугольной сетки на примере приведенных выше.

Таблица 3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОЙ СЕТКИ  
 ПО РАЗМЕРУ ПОЛЯ

№	Показатели	Номер поля						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Длина поля, м	724	878	459	918	1058	1241	765
2	Ширина поля, м	287	279	348	244	372	344	497
3	Размеры квадратной сетки по длине, м	30	30	20	30	40	50	40
4	Размеры квадратной сетки по ширине, м	20	15	20	15	20	20	30
5	Количество поперечных профилей	24	29	22	30	26	24	19
6	Количество продольных профилей	14	18	17	16	18	17	16

Переход от традиционной квадратной сетки к прямоугольной четырехугольной сетке требует усовершенствование методов расчета уклона поля, которые приводятся ниже.

*Метод определения уклона поля в прямоугольной четырехугольной сетке по минимальному рабочему объему*

В настоящее время при проектировании планировочных работ в фермерских хозяйствах предпочтение отдается планировочным работам с минимальным объемом земляных работ. Согласно акад. А. Н. Костякову при планировке поля проводить по естественному уклону объем земляных работ будет иметь минимальное значение. Большинство авторов, исследовавших планировочные работы тоже в своих [1–6, 16–19] исследованиях придерживаются данному мнению. Необходимо отметить, что минимальный объем земляных работ возможен на полях, где уровень воды в оросительном канале имеет достаточный напор для управления полем.

Другим преимуществом этого метода в том, с уменьшением объема работ меньше повреждается плодородный слой почвы, быстро восстанавливается продуктивность почв на местах разрезов и насыпки, а также не требует больших расходов.

Площадь выравнивается по осям абсцисс и ординат, а уровень воды в оросительном канале имеет достаточный запас управления планируемой площади, то есть принимаем, что его можно учитывать при расчете планировки (Рисунок 3).

Определение уклона поля для прямоугольной четырехугольной сетки при минимальном объеме земляных работ и осуществляется так:

- 1) Определяем среднюю высоту поверхности планируемого поля:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} h_{ij}}{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} h_{ij}}{N\Omega} \quad (3)$$

здесь:  $h_{ij}$  — отметка земли в концах прямоугольной четырехугольной сетки, м;  $F_{ij}$  — площадь, прикрепленная к точке,  $m^2$ ;  $\Omega = \sum F_{ij}$  — площадь планируемого поля,  $m^2$ ;  $N$  — количество концов прямоугольной четырехугольной сетки.

- 2) Определяем координаты центра поля по оси абсциссы:

$$\bar{x} = a_x \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} x_{ij}}{\Omega} \quad (4)$$

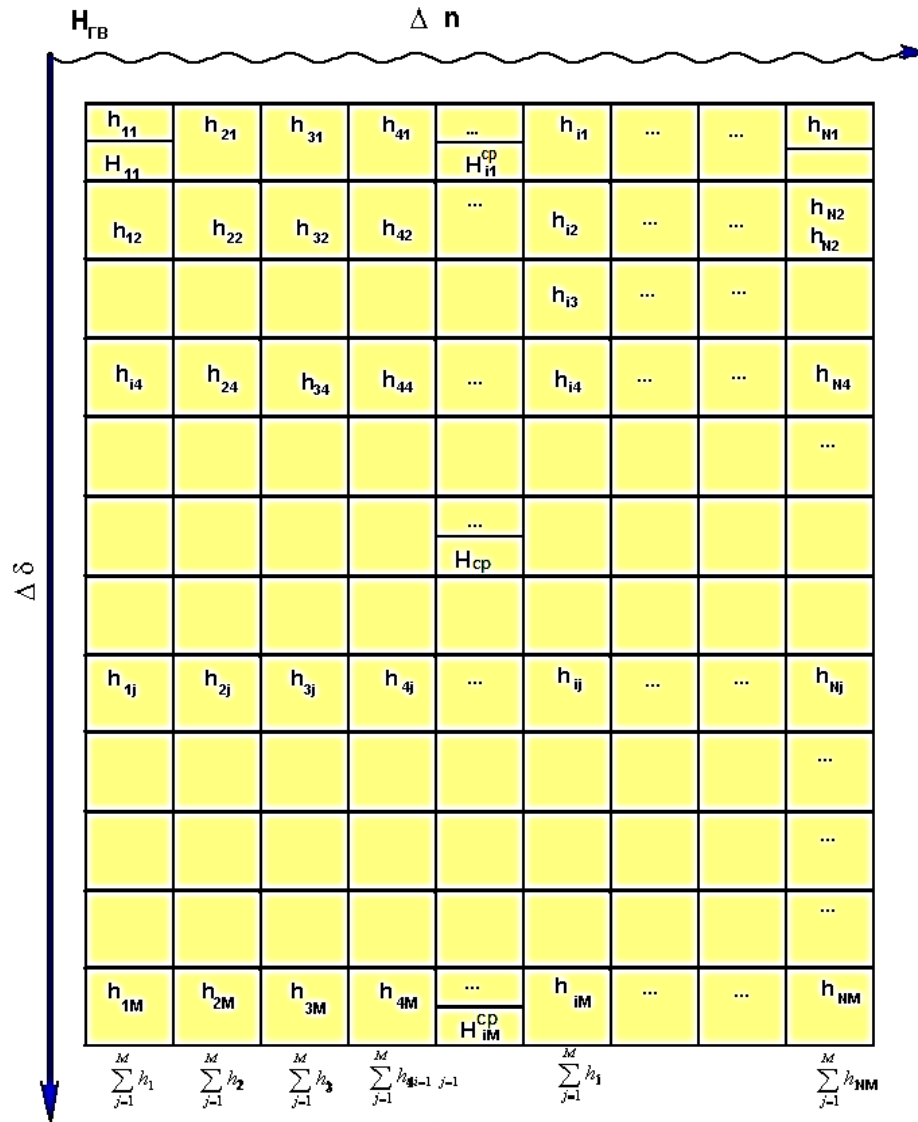


Рисунок 3. Проект планировки орошаемого поля при минимальном объеме.

3) Определяем координаты центра поля по оси ординаты:

$$\bar{y} = b_y \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} y_{ij}}{\Omega} \quad (5)$$

Здесь  $x_i$  и  $y_i$  порядковые номера концов прямоугольной четырехугольной сетки, м.

4) Проведя прямую линию от центра поля параллельно осям ординат, определяем сумму отметок левых концов прямоугольной четырехугольной сетки полученного планируемого поля:

$$S_1^x = \frac{\sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^m h'_{ij} F'_{ij}}{\frac{N}{2} \cdot \frac{\Omega}{2}} = \frac{4 \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^m h'_{ij} F'_{ij}}{N \cdot \Omega} \quad (6)$$

5) Рассчитываем сумму отметок правых концов прямоугольной четырехугольной сетки планируемого участка:



$$S_2^x = \frac{\sum_{i=\frac{n}{2}}^n \sum_{j=1}^m h_{ij}'' F_{ij}''}{\frac{N}{2} \cdot \frac{\Omega}{2}} = \frac{4 \sum_{i=\frac{n}{2}}^n \sum_{j=1}^m h_{ij}'' F_{ij}''}{N \cdot \Omega} \quad (7)$$

б) Из-за того, что в данный момент  $x$  координата центра поля указывает расстояние между частями, уклон по осям абсцисс будет иметь следующий вид:

$$I_x = \frac{S_1^x - S_2^x}{x} = \frac{\sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^m h_{ij}' F_{ij}' - \sum_{i=\frac{n}{2}}^n \sum_{j=1}^m h_{ij}'' F_{ij}''}{\frac{N}{2} \cdot \frac{\Omega}{2}} \quad (8)$$

7) Проведя прямую линию от центра поля параллельно к осям абсцисс, определяем среднюю высоту двух частей:

$$S_1^y = \frac{4 \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^{\frac{m}{2}} h_{ij}' F_{ij}'}{N \cdot \Omega} \quad (9)$$

$$S_2^y = \frac{\sum_{i=\frac{n}{2}}^n \sum_{j=\frac{m}{2}}^m h_{ij}'' F_{ij}''}{N \cdot \Omega} \quad (10)$$

Из-за того, что в данный момент  $y$  координата центра поля указывает расстояние между частями, уклон по осям ординат будет иметь следующий вид:

$$I_y = \frac{S_1^y - S_2^y}{y} = 4 \frac{\sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^{\frac{m}{2}} h_{ij}' F_{ij}' - \sum_{i=\frac{n}{2}}^n \sum_{j=\frac{m}{2}}^m h_{ij}'' F_{ij}''}{N \cdot \Omega} \quad (11)$$

Приведенные (6) и (8) формулы дают возможность определить минимальный объем работ полей разных конфигураций, то есть проектировать планировочные работы с определенной точностью соответственно с природным уклоном полей.

*Метод определения ординаты уклона поля по отмеченному в прямоугольной четырехугольной сетке гидравлически приемлемому уклону*

При осуществлении капитальных планировочных земельных работ наряду с планировочными работами заново проектируются оросительные и отводящие влагу почв сети. При этом наклон оросительных систем устанавливается меньше наклона размывания, больше наклона осадочности. Для равномерного осуществления оросительных работ по всему полю уровень воды должен быть равномерным от уровня земли. То есть в данном случае, уклон поля должен соответствовать уклону оросительной сети.

Площадь выравнивается на одной уклонной плоскости, а уровень воды в оросительном канале имеет достаточный запас управления планируемым полем, то есть примем, что его можно учитывать при планировке поля (Рисунок 3).

Определение уклона поля в прямоугольной четырехугольной сетке по гидравлически приемлемому уклону осуществляется в следующем виде:

- 1) Определяем среднюю высоту поверхности планируемого поля:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} h_{ij}}{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} h_{ij}}{N\Omega} \quad (12)$$

Здесь:  $h_{ij}$  — отметка земли в углах прямоугольной четырехугольной сетки, м;  $F_{ij}$  — площадь, прикрепленная к точке,  $m^2$ ;  $\Omega = \sum F_{ij}$  — площадь планируемого поля,  $m^2$ ;  $N$  — количество концов прямоугольной четырехугольной сетки.

2) Определяем координаты центров поля по оси абсциссы:

$$\bar{x} = a_x \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} x_{ij}}{\Omega} \quad (13)$$

3) Определяем координаты центров поля по оси ординаты:

$$\bar{y} = b_y \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ij} y_{ij}}{\Omega} \quad (14)$$

Здесь  $x_i$  и  $y_i$  порядковые номера концов прямоугольной четырехугольной сетки;  $a_x$  и  $b_y$  — размеры четырехугольной сетки, м.

4) Определяем высоту самой низкой точки поля ( $H_{x,y}$ ):

$$H_{x,y} = H_{1,1} - I_x \cdot \bar{x} - I_y \cdot \bar{y} \quad (15)$$

Здесь:  $H_{1,1}$  — отметка уровня земли в начале поля, м;  $I_x$  — гидравлически приемлемый уклон, или

$$I_y = \frac{H_{1,1} - I_x \cdot \bar{x} - H_{x,y}}{\bar{y}} \quad (16)$$

5) Средняя высота поверхности планируемого поля равна половине суммы уровня земли в начале поля и высоты самой низшей точки поля:

$$\bar{h} = \frac{H_{1,1} + H_{x,y}}{2} \quad (17)$$

При этом высота самой низшей точки поля ( $H_{x,y}$ ) будет следующей:

$$H_{x,y} = 2\bar{h} - H_{1,1} \quad (18)$$

6) Если поставим (18) уравнение в формулу (16), то уклон по осям ординат будет следующим:

$$I_y = \frac{2(H_{1,1} - \bar{h}) - I_x \cdot \bar{x}}{\bar{y}} \quad (19)$$

Приведенная (19) формула дает возможность проектировать поле с определенной точностью по осям ординат, основываясь на уклон по определенным осям абсцисс разных конфигураций.

*Качество планировки земель и виды земельных работ*

Правильная оценка качества планированного поля с одной стороны наряду с гарантированием качества выполненных работ дает возможность организации, которая выполнила данную работу, определить ее стоимость, а с другой стороны обеспечивает землепользователям (фермеру, подрядчику или др.) принять качественную работу и выбрать нужную организацию на рынке труда.

Антонов Е. В. [1] предложил определить коэффициент дефекта поля при оценке ровности рисовых полей по следующему:

$$K_{\delta} = \frac{S_{cp} + S_H}{S}$$

здесь:  $S_{cp}$ ,  $S_H$ ,  $S$  — измерения разрезов, насыпки и общей площади.

Т. О. Салимов [10] в своих исследованиях предложил коэффициент дефективности орошаемой площади:

$$K_{\delta} = K_1 \cdot K_2$$

Здесь:  $K_1 = \frac{\omega - \omega_{отк}}{\omega}$  — коэффициент, оценивающий дефективности поверхности поля,

га;  $\omega_{отк}$  — площадь поля, в котором наблюдаются осадки и выпуклости сверх нормы, га;

$K_2 = \frac{\omega - \omega_{упл}}{\omega}$  — коэффициент, оценивающий дефективность активного слоя;  $\omega_{отк}$  — площадь

поля, с уплотненным подпахотным слоем.

Но, предложенные Т. Салимовым данные формулы не дают возможности оценить качества технологии работ по лазерной планировке земель. Потому что при оценке коэффициента дефективности поверхности поля для современной лазерной планировки земель, допустимая погрешность на расстоянии 800–1200 метров составляет 3–5 см. А также, коэффициент, оценивающий дефективности активного слоя, тоже не дает полной возможности прогнозирования насколько изменится поверхность поля после поливов.

Дефектный коэффициент орошаемой площади должен включать в себя плотность слоев по глубине (пахотный, подпахотный и глубинная пахота) и их площади (Рисунок 4). Поэтому, коэффициент качества на разных этапах технологии планировки земель целесообразно определять следующим образом [11–13]:

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \tag{20}$$

здесь:  $K_1$  — коэффициент, оценивающий качество планировки поверхности поля.

$$K_1 = \frac{\omega_n}{\omega} \tag{21}$$

$\omega$  — поверхность выровненной площади, га;  $\omega_n$  — поверхность поля, соответствующий требованиям (нормам), га;  $K_2$  — коэффициент равномерного распределения плотности почвы [14–15]:

$$K_2 = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{\rho} - \rho_i)^2}{n-1}} \cdot \frac{1}{\bar{\rho}} \tag{22}$$

$\bar{\rho}$  — первоначальная плотность почвы до планировки, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_i$  — средняя точечная плотность орошаемой площади, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho = \frac{\rho_{уст} + 3 \cdot \rho_{0,2h} + 3 \cdot \rho_{0,2h} + 2 \cdot \rho_{0,2h} + \rho_{наст}}{10} \quad (23)$$

$h$  — максимальная 10%-но уваленная глубина, исходящая из этапа технологического процесса, м. В качестве данной глубины во время проектирования работ по планировке земель:

$$h = 1,1 \cdot h_{рыхл} \quad (24)$$

определяется сумма пахотного слоя ( $h_{рыхл}$ ) и максимальной высоты насыпки ( $h_{насыпь}^{max}$ ) после выполнения работ по лазерной планировке земель

$$h = 1,1 \cdot (h_{рыхл} + h_{насыпь}^{max}) \quad (25)$$

после осуществления глубинной пахоты определяется по высоте глубинной пахоты ( $h_{грыхл}$ ):

$$h = 1,1 \cdot h_{грыхл} \quad (26)$$

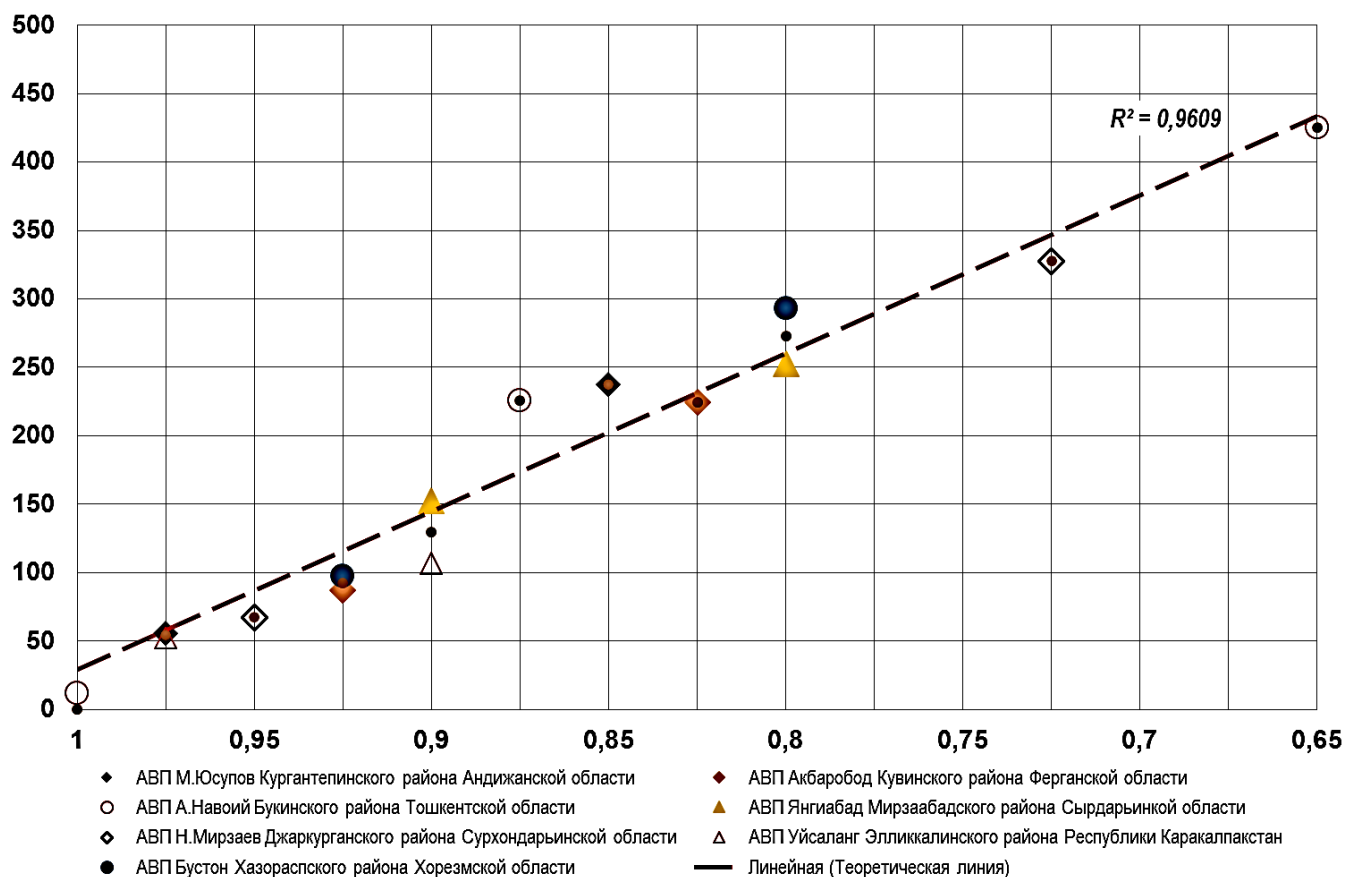


Рисунок 4. График связи коэффициента качества с объемом земляных работ.

Коэффициент дефективности в свою очередь, конечно, влияет на объем земляных работ, выбор техники и технологий и определение стоимости работ. При изучении зависимости между объемами земляных работ и коэффициентом дефективности рассмотрим проекты, рассмотренные выше. При определении объема земляных работ используем формулу, предложенную Р. Х. Базаровым [7]:

$$V_{\text{зем.раб}} = \frac{V_{\text{насып}} + V_{\text{срез}}}{2} \quad (27)$$

здесь:  $V_{\text{насып}} = \sum_{i=1}^n h_{\text{насып}}^i \cdot \omega_i$  — объем насыпки, м<sup>3</sup>;  $h_{\text{насып}}^i$  — высота насыпки, м;  $\omega_i$  —

площадь насыпки, м<sup>2</sup>;  $V_{\text{срез}} = \sum_{i=1}^n h_{\text{срез}}^i \cdot \omega_i$  — объем срезки, м<sup>3</sup>;  $h_{\text{срез}}^i$  — высота срезки, м;  $\omega_i$  — площадь срезки, м<sup>2</sup>.

С помощью программы Microsoft Excel в результате переработки результатов опытов определена следующая зависимость между коэффициентом дефективности и объемом земляных работ ( $R=0,896$ ):

$$V_{\text{зем.раб}} = 1156,3 \cdot (1 - K_c) \quad (28)$$

В литературе работы по планировке земель разделяются на два: текущие (легкие) и капитальные [4, 9, 20]. В Таблице 4 выражены подходы разных авторов и организаций к данной задаче:

Таблица 4.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РАБОТ ПО ОБЪЕМУ

Автор/организация	Текущая планировка	Капитальная планировка
Н. П. Самсонова	200–250 м <sup>3</sup> /га	200–250 м <sup>3</sup> /га
И. И. Титов	100–200 м <sup>3</sup> /га	более 200 м <sup>3</sup> /га
Х. К. Газиев	150–200 м <sup>3</sup> /га	более 200 м <sup>3</sup> /га
W. Kramer, S. Shieldson	меньше 300 м <sup>3</sup> /га	300–1000 м <sup>3</sup> /га
УкрНИИГиМ	до 150 м <sup>3</sup> /га	более 150 м <sup>3</sup> /га
САНИИРИ	250 м <sup>3</sup> /га	более 250 м <sup>3</sup> /га
Узгипроводхоз	до 200 м <sup>3</sup> /га	более 200 м <sup>3</sup> /га
ФАО	до 200–250 м <sup>3</sup> /га	более 200–250 м <sup>3</sup> /га

Из Таблицы 4 видно, что на сегодняшний день не приведена точная классификация по объему текущих и капитальных земляных работ. Также, текущие и капитальные планировочные работы не оценены по сложности применяемых технологических решений.

Максимальный объем текущей планировки по рекомендации ФАО [20] предложен 200–250 м<sup>3</sup>/га, по этой причине целесообразно максимальное граничное значение текущей планировки установить 220 м<sup>3</sup>/га. В предлагаемой классификации по сложности технологического решения разделили на 3 вида: легкий, средний и тяжелый (Таблица 5).

Таблица 5.

КЛАССИФИКАЦИЯ РАБОТ ПО ТЕКУЩЕЙ И КАПИТАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКЕ

Тип планировки	Степень сложности	$K_c$	$V, \text{ м}^3/\text{га}$
Нет надобности		0,94–1,0	0...70
Текущая	Легкая	0,90–0,93	80...120
Текущая	Средняя	0,85–0,89	130...170
Текущая	Сложная	0,81–0,84	180...220
Капитальная	Легкая	0,74–0,80	230...300
Капитальная	Средняя	0,67–0,73	310...380
Капитальная	Сложная	Менее 0,66	более 390

Данные, приведенные в Таблице 5, дают возможность выбора первоначальной техники

и технологий и определения стоимости работ в полевых условиях.

### *Выводы*

По сравнению проведенных исследований с другими методами проектирования планировки орошаемых площадей можно сделать следующие выводы:

1. Ныне при проектировании планировочных работ форма поля учитывается недостаточно, а при определении отметок поверхности поля создается квадратная сетка и отчет берется с вершин квадратов. Такой подход с одной стороны увеличивает объем камеральных работ, а с другой стороны точность уклонов остается не высокой, что усложняет проектирование и проведение планировочных работ.

2. Определено, что для правильного определения уклона поля число профилей в поле должно быть не менее 14–16, а относительная точность уклонов не зависит от размеров квадратных сеток, также выявлена зависимость между относительной погрешностью уклона и относительной длиной сетки.

3. В усовершенствованной методике расчета планировочных работ по прямоугольной четырехугольной сетке имеется возможность уклонов поля для минимального объема земляных работ на полях разных форм, то есть проектировать планировочные работы с определенной точностью в соответствии с природным уклоном поля.

4. Предлагаемый метод установления по прямоугольной сетке позволяет назначить оптимальный гидравлический уклон, т. е. уклон поля соответствует уклону оросительной сети.

### *Список литературы:*

1. Антонов Е. В. Разработка технологического процесса планировки рисовых чеков с применением многофункциональной планировочной машины: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М., 2008. 28 с.
2. Мартенсен В. Н. Опыт проведения планировочных работ в Азербайджане. Баку, 1982 135 с.
3. Вавилов А. П., Кривовяз С. М. К вопросу проектирования планировка поверхности орошаемых полей // Труды САНИИРИ. 1939. С. 145-164.
4. Газиев Х. К. Планировка поливных участков при переходе на новую систему орошения в условиях Чуйской долины Киргизской ССР: автореф. дисс. ... канд. тех. наук. Фрунзе, 1954. 16 с.
5. Кривовяз С. М. Особенности планировки целинных земель голодной степи // Сельское хозяйство Узбекистана. 1976. №2.
6. Ляпин А. Н. Проектирование планировки орошаемых земель // Труды ТИИИМСХ. 1975. Т. 72. С. 61-72.
7. Базаров Р. Х. Исследование и совершенствование внутрихозяйственной оросительной системы в мезорельефных регионах Чирчик-Ахангаранской долины: дисс. ... канд. техн. наук, Ташкент, 1980. 245 с.
8. Дзядевич И. А. Проектирование методом топографической поверхности командования. Планировка орошаемых земель. М.: Колос, 1964. С. 54-60.
9. Самсонова Н. П. Методика проектирования планировочных работы на орошаемых землях (ВНИИГиМ). М., 1960. С. 5-18.
10. Салимов Т. О. Совершенствование технологий планировки орошаемых земель в аридной зоне: автореф. диссер. д-ра техн. наук. Душанбе, 2004. С. 28-34.
11. Шайманов Н. О., Мурадов Р. А. Ер текислаш технологиясини такомиллаштириш

бўйича тадқиқотларнинг баъзи бир натижалари // Ирригация ва мелиорация. 2018. №1 (11). С. 18.

12. Шайманов Н. О., Мурадов Р. А. Суғориладиган ерларда ер текислаш ишларини лойиҳалаштириш // Ирригация ва мелиорация. 2017. №4 (10). С. 24.

13. Шайманов Н. О., Мурадов Р. А. Ер текислаш ишларини лойиҳалаш // Агроилм журналы 2017. №1 (45). С. 73.

14. Шайманов Н. О., Мурадов Р. А. Тўғри тўртбурчакли тўрда ер ишларининг минимал ҳажми бўйича суғориладиган майдоннинг нишаблигини аниқлаш. 17.01.2018. №DGU 05057.

15. Шайманов Н. О., Мурадов Р. А. Ерларни текислашда тупроқ зичлигини тенг тақсимланиш коэффициентини аниқлаш. 30.04.2018. №DGU 05057.

16. Rickman J. F. Manual for Laser Land Leveling. Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi 110 012, India, 2002.

17. Братишко В. И. Технология и технические средства проектирования планировки орошаемых земель: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Новочеркасск. 2007. 19 с.

18. Каримов Н. Р. Разработка метода эксплуатационной планировки орошаемых земель с использованием лазерной техники в зоне хлопководства: автореф. дисс. ... канд. тех. наук. Ташкент, 1993. 24 с.

19. Ефремов А. Н. О значении планировки земель при поверхностном поливе сельскохозяйственных культур // Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии: сб. науч. докл. Коломна: Радуга, 2003. Ч. 1. С. 117-121.

20. Умурзаков У. П., Ибрагимов А. Г., Дурманов А. Ш. Развитие организационно-экономического механизма и разработка научно-методических и теоретических основ повышения эффективности отрасли по выращиванию риса для обеспечения продовольственной безопасности страны // Бюллетень науки и практики. 2017. №11 (24). С. 103-118.

21. Умаров С. Р. Сув хўжалигини инновацион ривожлантириш ва уни кўллаб-қувватлашнинг асосий йўналишлари // Иқтисодият ва инновацион технологиялар 2017. №1. Available at: <https://goo.gl/eEHSJK>. (in Uzbek).

22. Durmanov A. Cooperation as a basis for increasing the economic efficiency in protected cultivation of vegetables // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №8. С. 113-122.

23. Durmanov A., Umarov S. Economic-mathematical modeling of optimization production of agricultural production // Asia Pacific Journal of Research in Business Management. 2018. V. 9. №6. P. 10-21.

24. Durmanov A. Sh., Yakhyaev M. M. Measures to increase the volume of exports of fruit and vegetables // Herald of the Caspian. 2017. №4.

25. Tulaboev A. Blended learning approach with web 2.0 tools, 2013 // International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2013. Kuala Lumpur, pp. 118-122. DOI: 10.1109/ICRIIS.2013.6716695

26. Tulaboev A., Oxley A. A case study on using web 2.0 social networking tools in higher education // Computer & Information Science (ICCIS). 2012. №1. P. 84-88.

27. Tulaboev A., Oxley A. A pilot study in using web 2.0 to aid academic writing skills // Open Systems (ICOS). 2010. P. 45-50.

28. Ibragimov A. G., Durmanov A. S. Issues of the development of competitiveness and the prospects of specialization in rice farms // SAARJ Journal on Banking & Insurance Research. 2017. V. 6. №5. P. 14-19. DOI: 10.5958/2319-1422.2017.00021.2.

29. Дурманов А. Ш., Хидирова М. Х. Меры по увеличению объемов экспорта плодоовощной продукции // Economics. 2017. №9. С. 30-34.

*References:*

1. Antonov, E. V. (2008). *Razrabotka tekhnologicheskogo protsessa planirovki risovykh chekov s primeneniem mnogofunktional'noi planirovochnoi mashiny: avtoref. dis.... kand. tekhn. nauk. Moscow. 28.*
2. Martensen, V. N. (1982). *Opyt provedeniya planirovochnykh rabot v Azerbaidzhane. Baku. 135.*
3. Vavilov, A. P., & Krivovoyaz, S. M. (1939). *K voprosu proektirovaniya planirovka poverkhnosti oroshaemykh polei. Trudy SANIIRI, 145-164.*
4. Gaziev, Kh. K. (1954). *Planirovka polivnykh uchastkov pri perekhode na novuyu sistemu orosheniya v usloviyakh Chuiskoi doliny Kirgizskoi SSR: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Frunze. 16.*
5. Krivovoyaz, S. M. (1976). *Osobennosti planirovki tselinnykh zemel' golodnoi stepi. Sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana, (2).*
6. Lyapin, A. N. (1975). *Proektirovanie planirovki oroshaemykh zemel'. Trudy TIIMSKh, (72). 61-72.*
7. Bazarov, R. Kh. (1980). *Issledovanie i sovershenstvovanie vnutrikhozyaistvennoi orositel'noi sistemy v mezorel'efnykh regionakh Chirchik-Akhangaranskoii doliny: diss. kand. tekhn. nauk, Tashkent. 245.*
8. Dzyadevich, I. A. (1964). *Proektirovanie metodom topograficheskoi poverkhnosti komandovaniya. Planirovka oroshaemykh zemel'. Moscow, Kolos. 54-60.*
9. Samsonova, N. P. (1960). *Metodika proektirovaniya planirovochnykh raboty na oroshaemykh zemlyakh (VNIIGiM). Moscow. 5-18.*
10. Salimov, T. O. (2004). *Sovershenstvovanie tekhnologii planirovki oroshaemykh zemel' v aridnoi zone: avtoref. diss. d-ra tekhn. nauk. Dushanbe, 28-34.*
11. Shaimanov, N. O., & Muradov, R. A. (2018). *Er tekislash tekhnologiyasini takomillashtirish b'yiicha tadqiqotlarning ba"zi bir natizhalari. Irrigatsiya va melioratsiya, 1(11). 18.*
12. Shaimanov, N. O., & Muradov, R. A. (2017). *Suforiladigan erlarda er tekislash ishlarini loiiخالashtirish. Irrigatsiya va melioratsiya, 4(10). 24.*
13. Shaimanov, N. O., & Muradov, R. A. (2017). *Er tekislash ishlarini loiiخالash. Agroilm zhurnali, 1(45). 73.*
14. Shaimanov, N. O., & Muradov, R. A. (2018). *T'ygri t'yrburchakli t'yrda er ishlarining minimal xazhmi b'yiicha suforiladigan maidonning nishabligini aniqlash. 17.01.2018. №DGU 05057.*
15. Shaimanov, N. O., & Muradov, R. A. (2018). *Erlarni tekislashda tuproq zichligini teng taqsimlanish koeffitsientini aniqlash. 30.04.2018. №DGU 05057.*
16. Rickman, J. F. (2012). *Manual for Laser Land Leveling. Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi 110 012, India, 2002*
17. Bratishko, V. I. (2007). *Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva proektirovaniya planirovki oroshaemykh zemel': avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Novochoerkassk. 19.*
18. Karimov, N. R. (1993). *Razrabotka metoda ekspluatatsionnoi planirovki oroshaemykh zemel' s ispol'zovaniem lazernoi tekhniki v zone khlopkovodstva: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Tashkent. 24.*
19. Efremov, A. N. (2003). *O znachenii planirovki zemel' pri poverkhnostnom polive sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Resursoberegayushchie i energoeffektivnye tekhnologii i tekhnika v oroshaemom zemledelii: sb. nauch. dokl. Kolomna: Raduga, 1. 117-121.*



20. Umurzakov, U., Ibragimov, A., & Durmanov, A. (2017). Development of organizational-economic mechanism and development of scientific-methodical and theoretical bases of increase of efficiency of the industry of rice cultivation to ensure food security of the country. *Bulletin of Science and Practice*, (11), 103-118
21. Umarov, S. R. (2017). Suv kh̄zhhaligini innovatsion rivozhlantirish va uni k̄llab-quvvatlashning asosii īnalishlari. *Iqtisodiet va innovatsion tekhnologiyalar*, (1), Available at: <https://goo.gl/eEHSJK>. (in Uzbek).
22. Durmanov, A. (2018). Cooperation as a basis for increasing the economic efficiency in protected cultivation of vegetables. *Bulletin of Science and Practice*, 4(8), 113-122.
23. Durmanov, A., & Umarov, S. (2018). Economic-mathematical modeling of optimization production of agricultural production. *Asia Pacific Journal of Research in Business Management*, 9(6), 10-21.
24. Durmanov, A. Sh., & Yakhyaev, M. M. (2017). Measures to increase the volume of exports of fruit and vegetables. *Herald of the Caspian*, (4).
25. Tulaboev, A. (2013). Blended learning approach with web 2.0 tools," 2013. International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), Kuala Lumpur, 118-122. doi: 10.1109/ICRIIS.2013.6716695
26. Tulaboev, A., & Oxley, A. (2012). A case study on using web 2.0 social networking tools in higher education. *Computer & Information Science (ICCIS)*, (1), 84-88.
27. Tulaboev, A., & Oxley, A. (2010). A pilot study in using web 2.0 to aid academic writing skills. *Open Systems (ICOS)*, 45-50.
28. Ibragimov, A. G., & Durmanov, A. S. (2017). Issues of the development of competitiveness and the prospects of specialization in rice farms. *SAARJ Journal on Banking & Insurance Research*, 6(5), 14-19. doi:10.5958/2319-1422.2017.00021.2.
29. Durmanov, A. Sh., & Khidirova, M. H. (2017). Measures to increase the volume of exports of fruit and vegetable products. *Economics*, (9), 30-34.

Работа поступила  
в редакцию 31.10.2018 г.

Принята к публикации  
10.11.2018 г.

Ссылка для цитирования:

Мурадов Р. А., Шайманов Н. О. Результаты теоретических исследований по планировке орошаемых земель // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №12. С. 235-251. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/12-45> (дата обращения 15.12.2018).

Cite as (APA):

Muradov, R., & Shaimanov, N. (2018). The results of theoretical research on land leveling of irrigated lands. *Bulletin of Science and Practice*, 4(12), 235-251. (in Russian).