

Технология и средства механизации

УДК 502/504:631.171

Ю. Г. Ревин, канд. техн. наук, профессор

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Московский государственный университет природообустройства»

ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОРЕЛЬЕФА РИСОВЫХ ЧЕКОВ И ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РАБОТ

Приведены статистические данные о структуре количественных характеристик поверхности рисовых чеков как трехмерных объектов. Представлены графические изображения основных вероятных статистик исходной поверхности чеков — корреляционной поверхности и спектральной плотности. Предложена классификация поверхностей чеков в соответствии с обобщенным показателем ровности чека — коэффициентом дефектности поля. Сформированы общие рекомендации по технологии выравнивания поверхности чеков в соответствии с их классификацией.

There are given statistic data about the structure of quantitative characteristics of the rice checkrow surface as three-dimensional objects, graphic pictures of basic probable statistics of the initial checkrow surface — correlating surface and spectral density. There is proposed classification of checkrow surface in accordance with the generalized indicator of the checkrow evenness — coefficient of field defectiveness. General recommendations are formed on the technology of planning of the chechrow surface in accordance with their classification.

По агротехническим требованиям поверхность рисовых чеков должна быть довольно ровной. Допуск на отклонения микрорельефа составляет 3 см. При соответствии ровности чека этим требованиям урожайность риса наивысшая и расход поливной воды наименьший. Поэтому следует постоянно следить за состоянием поверх-

ности чеков, т. е. контролировать изменение микрорельефа, его структуры и намечать мероприятия, направленные на его исправление (корректировку), причем с минимальными затратами труда, средств и времени.

Разработаны и используются технические средства и технологии съемки поверхности чеков в полуавтомати-

ческом режиме с использованием ПК*.

В 2001–2003 гг. сотрудниками инженерного центра «Луч» под руководством А. Н. Ефремова была проведена большая работа по обследованию состояния микрорельефа рисовых чеков в районе Приазовья Краснодарского края. Всего было обследовано более 40 чеков, площадь каждого из которых в среднем равна 4...6 га. В состав показателей, полученных при обследовании, вошли не только характеристики неровностей в виде так называемых картограмм микрорельефа, но и среднеквадратические отклонения высотных координат неровностей, объемы предполагаемых земляных работ с разбивкой на объемы по срезке и насыпи, урожайности риса по предыдущему году, расход поливной воды и некоторые другие данные.

Высотные данные снимали по квадратной сетке, сторону которой принимали равной 20 м.

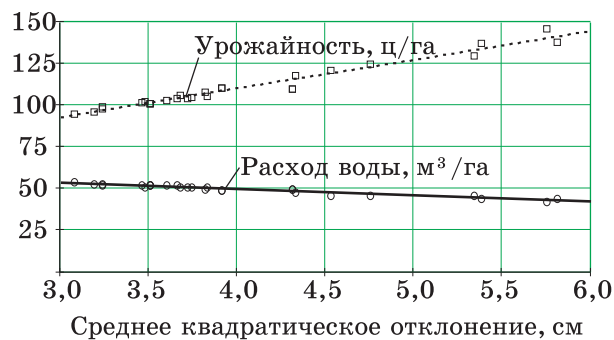


Рис. 1. Зависимость урожайности (сплошная линия) и затрат поливной воды (пунктирная линия) от среднеквадратического отклонения неровностей по высоте

На рис. 1 представлены зависимости урожайности риса Y (ц/га) и затрат поливной воды Q (м³/га) от среднеквадратического отклонения микрорельефа S (см). Цифровые значения затрат воды представлены на графике в уменьшенном (в 40 раз) виде.

*Ефремов, А. Н. Комплексная автоматизированная технология планировки рисовых чеков [Текст] / А. Н. Ефремов. — М. : Изд-во ФГНУ ЦНТИ Мелиоводинформ, 2002. — 66 с.

Не комментируя детально зависимости рис. 1, можно отметить, что они еще раз подтверждают уже сложившееся и не один раз зафиксированное практикой объективное мнение о необходимости точной планировки рисовых чеков.

Из числа обследованных чеков даже самый ровный (931) имеет среднеквадратическое отклонение высотных отметок $S = 3,08$ см, что соответствует средней амплитуде, равной примерно 4,0...4,5 см. Величина этой амплитуды превышает допуск на 40 %. Подробный анализ микронеровностей свидетельствуют о следующем. Для площади чека, равной 5,44 га, полтора гектара поверхности можно считать негодными для эксплуатации, причем на площади 0,9 га требуется срезка, а на площади 0,6 га — подсыпка почвы (приведенные цифры получены из условия выравнивания микрорельефа под «нулевую» плоскость).

Для одного из худших полей по выровненности (852) среднеквадратическое отклонение высотных отметок составляет 5,75 см, что соответствует средней амплитуде неровностей $A = 8$ см. Из общей площади чека, равной 6,12 га, почти 6,0 га нельзя признать годными к эксплуатации, из них 3,4 га требуют срезки, а 2,6 га — подсыпки.

Таким образом, с целью ориентировочной, но довольно надежной и устойчивой оценки годности поля для сельскохозяйственной эксплуатации можно использовать сведения о площадях чека, требующих срезки и подсыпки.

Введем понятие коэффициента дефектности поля K_d , значение которого можно определить так:

$$K_d = \frac{S_{CP} + S_H}{S}, \quad (1)$$

где S_{CP} — суммарная площадь части чека, неровности которой на вертикали возвышаются над «нулевой» плоскостью больше чем на 3 см, м² (потенциальная площадь срезки); S_H — суммарная площадь части чека, неровности которой по вертикали ниже «нулевой» плоскости больше чем на 3 см, м² (потенциальная площадь подсыпки).

Значения этого коэффициента для обследованных полей изменяются в

пределах от 0,3 до 0,98. Таким образом, сведения, которые получены по итогам обследования рисовых чеков, во многом определяют необходимые действия по восстановлению их ровности.

На рис. 2 представлена зависимость объемов работ по срезке от объемов работ по насыпи.

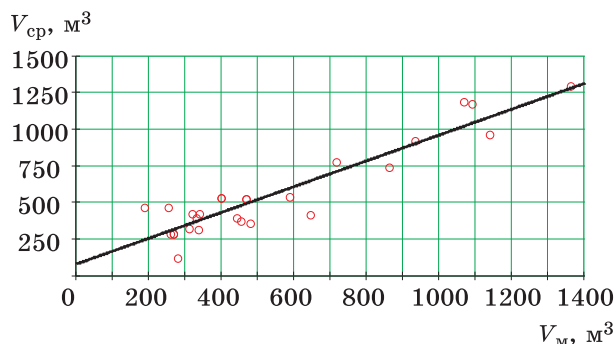


Рис. 2. Зависимость объема работ по срезке почвы от объема работ по насыпи

Анализируя график на рис. 2, можно сделать вывод об объемах срезки и насыпи в пределах каждого чека. Коэффициент соответствия (угловой коэффициент линейной регрессии) равен 0,882. Адекватный характер линейной аппроксимации оценен при помощи коэффициента корреляции (он равен 0,933). Изменяя средние величины срезки и насыпи в тех пределах, которые приемлемы для выровненной до нужного качества поверхности, всегда можно добиться равенства объемов с обязательным учетом явления разрыхляемости срезаемого грунта.

На рис. 3 приведено изображение поверхности чека в трехмерном про-

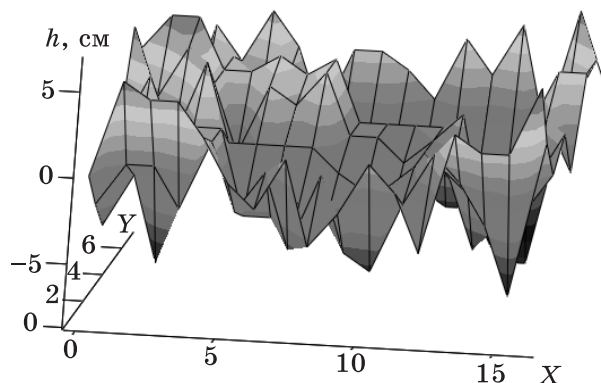


Рис. 3. Поверхность чека в трехмерном пространстве

странстве. По вертикали представлены значения неровностей по вертикали в сантиметрах, а по осям X и Y — соответствующие координаты в виде номеров квадратной сетки, используемой для съемки поверхности чека.

Даже общий (не детальный) анализ рис. 3 свидетельствует о довольно значительных и резких колебаниях микронеровностей. Так, можно говорить, например, о некотором, может быть, небольшом, уклоне средней плоскости чека вдоль длинной его стороны. Детальный анализ микрорельефов чеков подтверждает эту мысль.

Характеристики микрорельефа рисовых чеков свидетельствуют о значительном разнообразии структур и параметров неровностей. В каждом конкретном случае (или по группам полей) это объективно требует использования соответствующих модифицированных технологий, типов и параметров планирующих машин.

Для обоснованного решения подобного рода задач могут быть применены методы теории случайных функций. Чаще всего в подобных ситуациях используют существенную и информативную статистику, которая в обобщенном виде дает возможность оценить такие параметры неровностей, как длину и приходящиеся на эти неровности дисперсии высотных координат. К этим двум вариантам статистики относят корреляционную характеристику, которую по аналогии с подобной характеристикой для продольных профилей можно назвать корреляционной поверхностью $K(r, p)$

Эмпирическая корреляционная поверхность может быть оценена по формуле

$$K(r, p) = \frac{\sum_{i=0}^{n1-1-r} \sum_{j=0}^{n2-1-p} Z_{i,j} Z_{i+r,j+p}}{(n1-1)(n2-1)D}, \quad (2)$$

где $n1, n2$ — число строк и столбцов матрицы Z , неровностей чека соответственно; r, p — смещение отсчетов при определении корреляционной поверхности по строкам и столбцам соответственно; D — дисперсия высотных неровностей чека (матрица Z).

На рис. 4 представлен график типичной корреляционной поверхности матрицы размером $n1 \times n2$, анализ которой позволяет сделать вывод о довольно ясной структуре неровностей анализируемого чека.

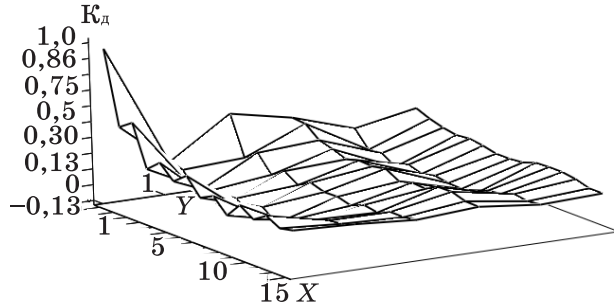


Рис. 4. Эмпирическая корреляционная поверхность

Волны (по длине) — это неровности размером 40 и 20 м по более протяженной стороне чека и 40 м по короткой стороне чека. Остальные переменные составляющие высотных неровностей приходится на меньшие по длине неровности. Более определенные и конкретные данные по неровностям можно оценить при помощи спектральной плотности. Спектральная плотность микрорельефа чека, как случайной поверхности, может быть подсчитана по формуле

$$S(wx, wy) = \frac{4\Delta}{\pi^2} \sum_{x=0}^{n3-1} \sum_{y=0}^{n4-1} K_{x,y} \cos(wx) \times \cos(wy), \quad (3)$$

где $n3$ и $n4$ — число строк и столбцов соответственно матрицы корреляционной поверхности микрорельефа чека; $K_{x,y}$ — эмпирическая корреляционная поверхность чека; wx, wy — волновые частоты неровностей по осям X и Y соответственно, m^{-1} ; Δ — шаг отсчета при определении спектральной плотности (шаг отсчета равен длине стороны квадратной сетки, используемой при съемке высотных координат неровностей чека: $\Delta = 20$ м).

В результате анализа графиков спектральной плотности микрорельефа чека, один из которых приведен на рис. 5, можно сделать вывод о наличии в составе неровностей длин, равных примерно 15...60 м. На эти неровности приходится 20...25 % общей дисперсии микрорельефа. Следует также отметить, что эти неровности, как правило, располагаются вдоль длинной стороны чека.

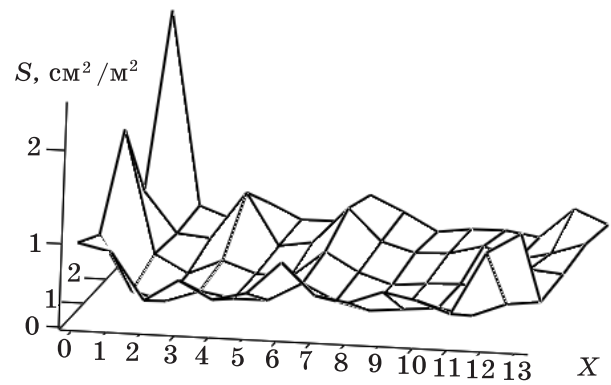


Рис. 5. График спектральной плотности микрорельефа чека

Выводы

Корректировку микрорельефа целесообразно выполнять тремя способами.

Первый способ. При значении коэффициента дефектности чека $K_d = 0,25...0,45$ выполняется выборочная срезка грунта в местах возвышений и дискретная отсыпка его в местах понижения с помощью скреперов. Затем выполняется доводочная точная планировка при помощи специальных планировщиков с лазерным управлением для дефектных участков.

Второй способ. При значении коэффициента дефектности чека $K_d = 0,5...0,7$ выполняется выборочная дискретная планировка в местах значительных возвышений и дискретная отсыпка в местах значительных понижений при помощи скреперов. Затем производится сплошная доводочная планировка при помощи специальных планировщиков с лазерным управлением.

Третий способ. При значении коэффициента дефектности чека $K_d > 0,7$ выполняется сплошная точная планировка с применением специальных длиннобазовых планировщиков без лазерного управления или короткобазовых планировщиков с лазерным управлением.

При доводочной планировке целесообразно использовать загонную схему движения вдоль длинной стороны чека.

Ключевые слова: урожайность риса, затраты воды, неровности поверхности чека как трехмерного объекта, корреляционная поверхность, спектральная плотность, обобщенная классификация чеков, общие рекомендации по технологии планировочных работ.