

Выводы

Получена формула (1) для пересчета испарения с водной поверхности на водопотребление сельскохозяйственных культур.

Получены коэффициенты перехода $K_{\text{рп}}$ (см. табл. 4) испаряемости E_0 к потенциально возможному водопотреблению E_p .

Получена связь фактического водопотребления с расчетным по формуле (1). Коэффициент корреляции расчетного водопотребления с фактическим составляет $0,989 \pm 0,027$.

1. Зарубежный опыт расчета режима орошения сельскохозяйственных культур: обзор литературных источников. –

М., 1965. – С. 1–44.

2. Пчёлкин В. В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель. – М.: КолосС, 2003. – 253 с.

Материал поступил в редакцию 03. 04. 12.

Голованов Александр Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры «Мелиорация и рекультивация земель»
Тел. 8 (499) 153-96-28

Пчёлкин Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Мелиорация и рекультивация земель»
E-mail: vpchelkin@cln.ru

Абдельазим Махмуд Мохамед Али, кандидат технических наук
Тел. 8 (499) 153-96-28

УДК 502/504:631.6

Д. П. ГОСТИЩЕВ, Е. Ю. ГИЛЬДЕНБЕРГ

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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАССТАНОВКИ ТРЕХЪЯРУСНОЙ НАСАДКИ НА ВОДОПРОВОДЯЩЕМ ПОЯСЕ ДДА-100МА

Рассмотрены оптимальные схемы расстановки дождевальных насадок. Представлена методика математического моделирования расстановки по квадрату трехъярусной дождевальной насадки на ДДА-100МА. По картам распределения интенсивности оптимальным вариантом следует считать расстановку насадок 4×4 м, а учитывая гидравлические параметры ДДА-100МА – квадрат $4,5 \times 4,5$ м.

Интенсивность искусственного дождя, математическое моделирование, площадь орошения, дождевальные насадки, дождемеры, график частотного распределения дождя, трехъярусная насадка.

The optimal schemes of arrangement of sprinkling nozzles are considered. There is shown a method of mathematical simulation of arrangement of the three-storey nozzle of sprinkler on DDA-100MA along the square. According to the maps of intensity the optimal variant is considered to be an arrangement of nozzles – 4×4 m, and taking into consideration hydraulic parameters of DDA-100MA – the square $4,5 \times 4,5$ m.

Intensity of artificial rain, mathematical simulation, area of irrigation, nozzles of sprinklers, rain gauges, graph of sprinkling frequency distribution, three-storey nozzle.

Учитывая конструктивную особенность ДДА-100МА, авторы выбрали четыре варианта расстановки насадок на водопроводящем поясе машины: 1 – 4×4 ; 2 – $4,5 \times 4,5$; 3 – $5 \times 4,5$; 4 – 5×5 м.

Согласно СТО АИСТ 11.1–2004, для определения коэффициента эффективного полива площадь орошения разбивают на равновеликие площадки квадратной или прямоугольной формы [1]. Размер площа-

док зависит от радиуса действия аппарата (насадки). Площадь учетной площадки составляет 16...25 м².

Картина распределения интенсивности искусственного дождя по площади полива будет получена за счет наложения четырех секторов, образованных работой каждой из дождевальных насадок (рис.1).

В основу методики определения оптимальной схемы расстановки дождевальных насадок заложен принцип математического моделирования, согласно которому, зная эпюру распределения действительной интенсивности искусственного дождя вдоль радиуса полива дождевальной насадки, можно определить интенсивность в каждой точке сектора, образованного работой дождевальной насадки (в том числе и в точках расположе-

ния дождемеров) [2, 3]. Мы имеем четыре сектора, образованных вращением дождевальных аппаратов. Рассмотрим каждый из них по порядку:

Сектор 1. Согласно схеме расстановки дождемеров, мы имеем h_{ij} точек, соответствующих координатам расстановки дождемеров. Расстояние от насадки до каждой из точек h_{ij} можно определить как корень из суммы квадратов катетов прямоугольного треугольника:

$$h_{ij} = \sqrt{a_{i-1}^2 + b_{j-1}^2}, \quad (1)$$

где a_i и b_j – расстояния от насадки до каждого из дождемеров, находящихся на взаимно перпендикулярных прямых.

Согласно полученному h_{ij} , вычисляем интенсивность дождя в этой точке [4].

Таким же образом рассчитываем

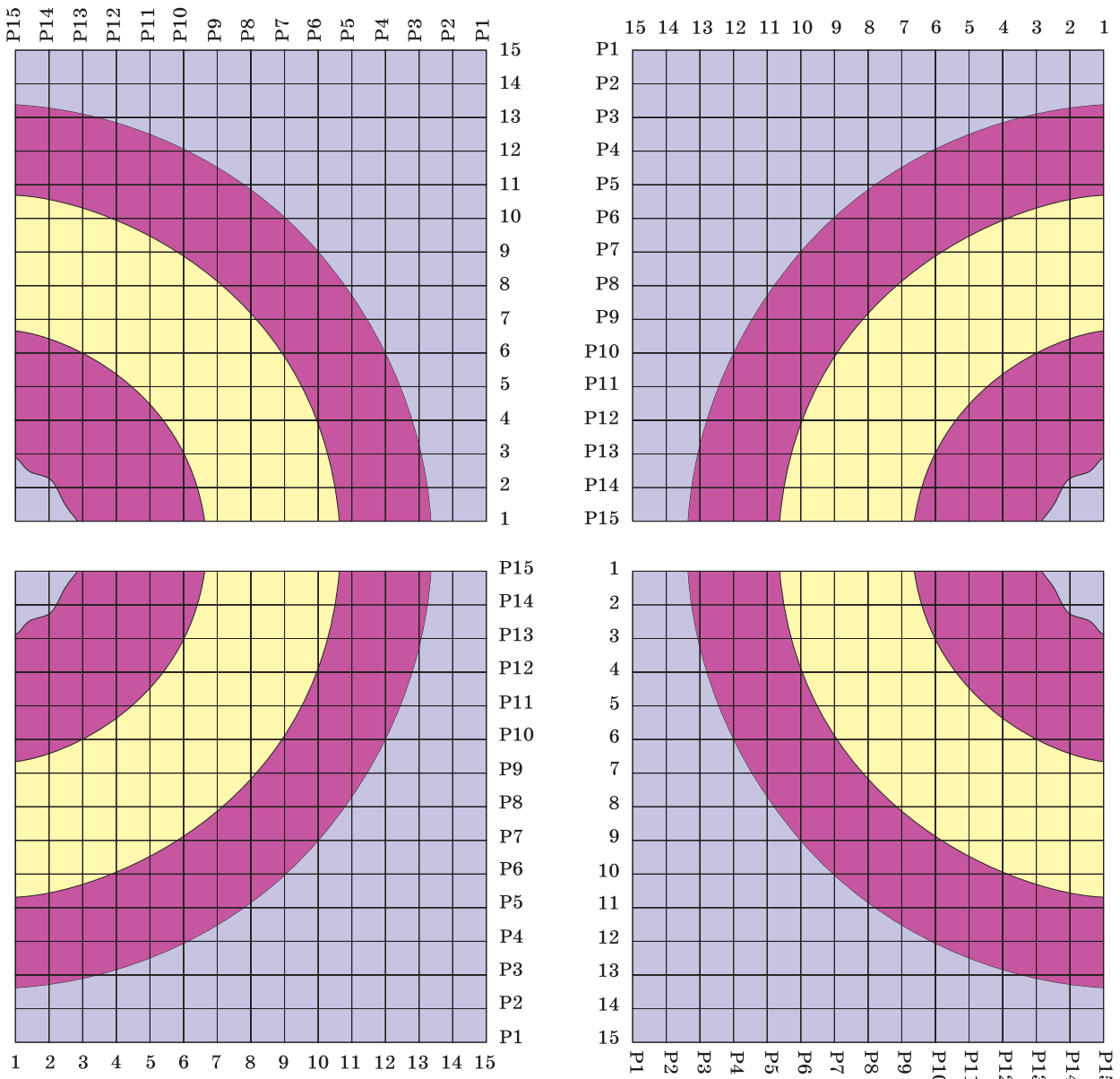


Рис. 1. Секторы, образованные работой дождевальных насадок

значения интенсивности в точках расстановки дождемеров для последующих трех секторов. В результате получаем четыре определенные матрицы с данными интенсивности полива в точках установки дождемеров. Путем последующего их сложения получаем пятую матрицу, которая отображает картину распределения интенсивности искусственного дождя по площади полива. Она является аналогом ведомости измерения объема воды в дождемерах и служит источником информации для проведения статистической обработки с целью определения коэффициента эффективного полива.

В результате математического моделирования (вариант 1) схемы расстановки дождевальных насадок (схема 4×4 м) путем наложения четырех секторов, образованных от работы дождевальных насадок с расстоянием между ними 4 м, получаем аналог ведомости измерения объема воды в дождемерах. Далее проводим группировку неполных учетных площадок, приходящихся на один дождемер, чтобы соблюдалось условие

$$\sum n = \frac{S}{S_d}, \quad (2)$$

где $\sum n$ – сумма случаев; S – площадь орошения по технологической схеме, м²; S_d – приемная площадка под дождемером, м².

Группировка площадок: угловые дождемеры имеют по 0,625 м² приемной площади, следовательно, данные интенсивности по каждому из них складываем и делим на четыре, а крайние дождемеры имеют по 0,125 м² приемной площади, следовательно, данные интенсивности по

каждому из напротив стоящих складываем и делим на два.

Для информативного отображения картины перекрытия строим трехмерную карту распределения на площади перекрытия (рис. 2).

По методике СТО АИСТ 11.1–2004 обрабатываем полученные данные статистическим методом с выборкой по классам [1]. Величину класса $K_{л}$ определяем так:

$$K_{л} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{n_z}, \quad (3)$$

где P_{\max} и P_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения интенсивности дождя; n_z – принятое число классов (не более 16).

Число классов – 10. Согласно $K_{л}$, назначаем интервалы.

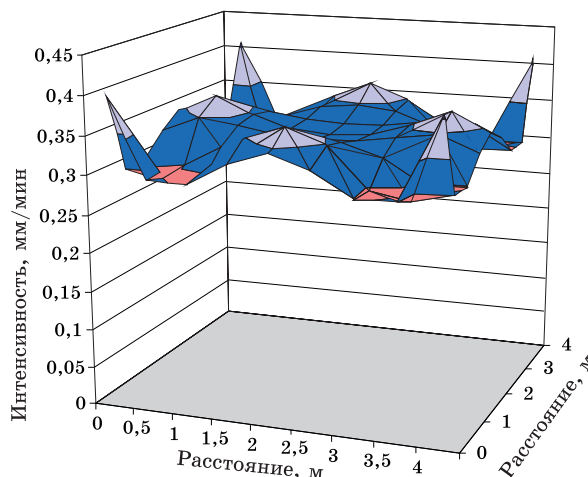


Рис. 2. Трехмерная карта распределения дождя (вариант 1)

Назначаем условную среднюю M в середине вариационного ряда. Напротив числа случаев условной средней проводим

Выборка интенсивности дождя по классам

Номер класса	Интервал интенсивности дождя в классах, мм/мин	Среднее значение класса, мм/мин	Число случаев n_1	Сумма верхней части формы, $b_1 = 93$	Сумма верхней части формы, $b_2 = 108$
1	2	3	4	5	6
1	0,289...0,300	0,294	16	16	16
2	0,300...0,312	0,306	4	20	36
3	0,312...0,324	0,318	0	20	56
4	0,324...0,336	0,330	17	37	//
5	0,336...0,348	0,342	14	//	//
6	0,348...0,360	0,354	8	13	//
7	0,360...0,372	0,366	4	5	8
8	0,372...0,384	0,378	0	1	3
9	0,384...0,396	0,390	0	1	2
10	0,396...0,407	0,402	1	1	1
			64	$a_1 = 21$	$a_2 = 14$

черту, а в графе 6 от общей черты сверху и снизу добавляем по черточке. Затем составляем таблицу суммы (графы 5 и 6). Каждое число пятой и шестой граф получаем как сумму двух чисел, одно из которых стоит рядом с образуемым числом слева, а другое – над ним (в верхней части таблицы) или под ним (в нижней части таблицы). Строки, занятые черточками, не заполняем. Вверху и внизу каждого столбца выписываем суммы верхней (b_1 , b_2) и нижней (a_1 , a_2) частей таблицы.

Среднюю интенсивность дождя ρ_{cp} (мм/мин) и средний слой осадков h_{cp} (мм) вычисляем по следующей формуле:

$$\rho_{cp}(h_{cp}) = M + \frac{S_1 K_l}{n_1} = 0,3287 \text{ мм/мин.} \quad (4)$$

По полученным данным строим частотный график распределения интенсивности дождя (рис. 6). На графике указываем среднюю интенсивность дождя и от нее в допустимых пределах ($\pm 25\%$) отклонения определяем эффективно политую площадь $F_{эф}$, справа от нее – избыточно политую площадь $F_{изб}$, слева – недостаточно политую площадь $F_{нед}$. Измерение площадей производим с помощью планиметра. Отношение эффективной, избыточной и недостаточно политой площади дает соответствующие коэффициенты полива:

$$K_{эф} = F_{эф} / F_{об}, \quad (5)$$

$$K_{нед} = F_{нед} / F_{об}, \quad (6)$$

$$K_{изб} = F_{изб} / F_{об}. \quad (7)$$

В результате математического моделирования (вариант 3) схемы расстановки дождевальных насадов (схема $4,5 \times 4,5$ м) путем наложения четырех секторов, образованных от работы дождевальных насадов с расстоянием между ними 4,5 м, получаем аналог ведомости измерения объема воды в дождемерах.

Для более информативного отображения картины перекрытия строим трехмерную карту распределения дождя на площади перекрытия (рис. 3).

Средняя интенсивность дождя ρ_{cp} составляет 0,3288 мм/мин (вариант 2).

По полученным данным строим частотный график распределения интенсивности дождя и вычисляем $K_{эф}$, $K_{нед}$, $K_{изб}$.

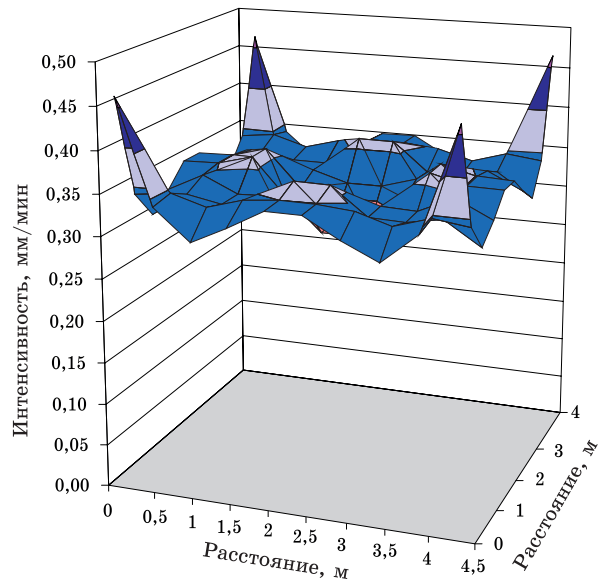


Рис. 3. Трехмерная карта распределения дождя на площади перекрытия с расстоянием между насадками 4,5 м (вариант 2)

В результате математического моделирования (вариант 3) схемы расстановки дождевальных насадов ($5 \times 4,5$ м) путем наложения четырех секторов, образованных от работы дождевальных насадов с расстоянием между ними 4,5 и 5 м, получаем данные измерения объема воды в дождемерах.

Для более информативного отображения картины перекрытия строим трехмерную карту распределения дождя на площади перекрытия (рис. 4).

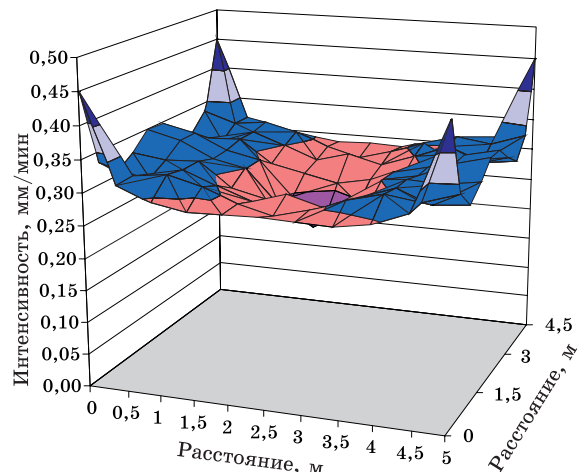


Рис. 4. Трехмерная карта распределения дождя на площади перекрытия с расстоянием между насадками $5 \times 4,5$ м

Средняя интенсивность дождя ρ_{cp} составляет 0,2971 мм/мин (вариант 3).

По полученным данным строим частотный график распределения интенсивности дождя и вычисляем $K_{эф}$, $K_{нед}$, $K_{изб}$.

ности дождя и вычисляем $K_{эф}$, $K_{нед}$, $K_{изб}$. Трехмерная карта распределения дождя на площади перекрытия приведена на рис. 5.

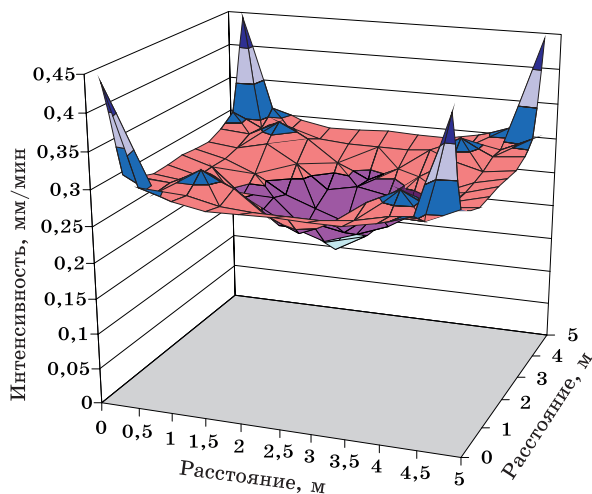


Рис. 5. Трехмерная карта распределения дождя (вариант 4)

Средняя интенсивность дождя $\rho_{ср}$ составляет 0,2793 мм/мин (вариант 4).

По полученным данным строим частотный график распределения интенсивности дождя и вычисляем $K_{эф}$, $K_{нед}$, $K_{изб}$ (рис. 6...9).

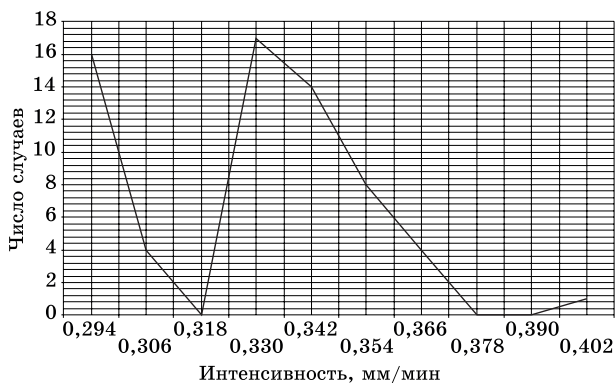


Рис. 6. Частотный график распределения интенсивности дождя (4×4 м)

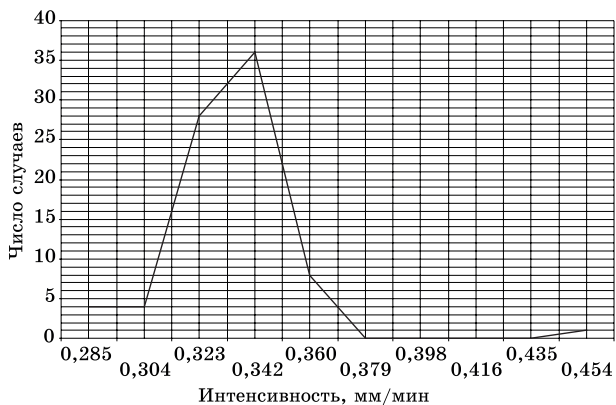


Рис. 7. Частотный график распределения интенсивности дождя (4,5×4,5 м)

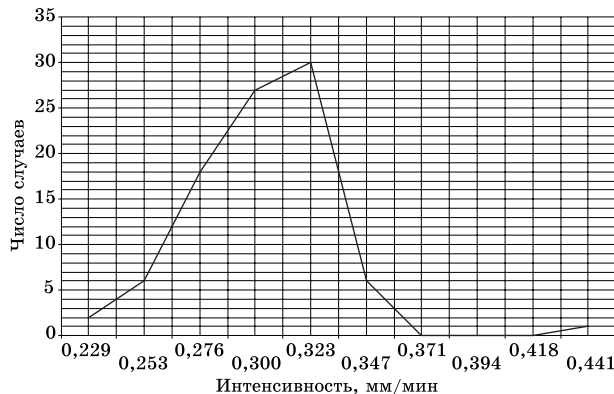


Рис. 8. Частотный график распределения интенсивности дождя (5×4,5 м)

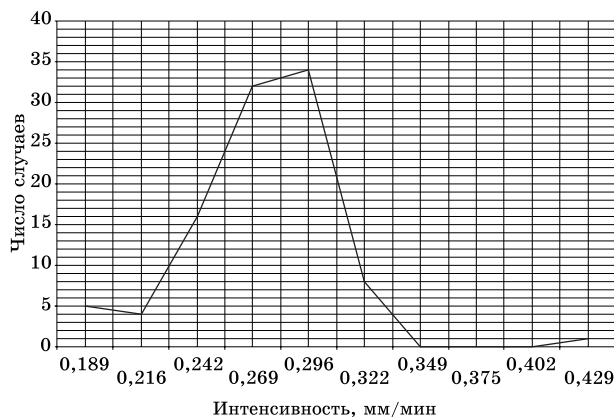


Рис. 9. Частотный график распределения интенсивности дождя (5×5 м)

Выводы

Путем математического моделирования наибольший коэффициент эффективного полива получен при схеме расстановки дождевальных наладок с расстоянием 4×4 м.

В производственных условиях, с учетом гидравлических параметров ДДА-100МА, рекомендуется схема расстановки по квадрату 4,5×4,5 м.

1. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей: СТО АИСТ 11.1–2004. – М.: Минсельхоз России, 2004. – 64 с.

2. Городничев В. И. Методы, системы управления, контроля качества работы фронтальных дождевальных машин. – Коломна: ФГНУВНИИ «Радуга», 2003. – 345 с.

3. Городничев В. И. Основные требования к созданию систем орошения дождевальных машин нового поколения: Научные технологии в мелиорации: материалы Международной конференции (Костяковские чтения). – М.: ВНИИГиМ, 2005. – С. 82–85.

4. Гостищев Д. П., Гильденберг Е. Ю. Исследование трехъярусной дождеваль-

ной насадки // Мелиорация и водное хозяйство. – 2012. – № 3. – С. 28–30.

Материал поступил в редакцию 11.04.12.
Гостищев Дмитрий Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры

«Эксплуатация гидромелиоративных систем»

Тел. 8 (499) 976-09-21

Гильденберг Елена Юрьевна, инженер

Тел. 8 (499) 976-09-21

УДК 502/504:631.4

А. Е. КАСЬЯНОВ

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

НАНОМАРКЕРЫ В МОНИТОРИНГЕ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ

Плотность и виды расселения микробиоты по горизонтам почвенного профиля в различные периоды времени отражают изменения параметров почвенных режимов в пространстве и во времени. Параметры уплотненного слоя оболочек диатомовых водорослей характеризуют интенсивность уменьшения слоя торфа на осушаемых пойменных землях.

Мелиорируемые пойменные почвы, мониторинг осушаемых почв, оболочки диатомовых водорослей, сработка слоя торфа, мероприятия по повышению интенсивности дренирования.

The density and kinds of the micro-biota settlement on horizons of the floor profile during various periods of time reflect changes of parameters of soil modes in space and in time. Parameters of the packed bed of condensed layer of diatomaceous algae tunics characterize the intensity of the peat layer decreasing on the drain floodplain lands.

Reclaim floodplain soils, monitoring of drainage soils, diatomaceous algae tunics, evacuation of the peat bed, measures on improvement of the drainage intensity.

Под влиянием почвенных режимов меняется плотность и видовой состав расселения почвенной микробиоты: микроорганизмов, грибов, дрожжей, актиномицетов, водорослей, многочисленных видов бактерий по горизонтам почвенного профиля. Эти изменения проявляются через определенный временной период k . Если в конце k -го периода зафиксировать плотность P_k и видовой состав M_k расселения микробиоты по горизонтам почвенного профиля, то можно рассчитать параметры почвенных режимов в период $k-1$, предшествующий k -му. Для расчета потребуются зависимости параметров почвенных режимов $\bar{W}, \bar{L}, \bar{T} = f(P, M)$, где \bar{W} – параметры режима влажности почвы, \bar{L} – параметры пищевого режима, \bar{T} – параметры теплового режима. В общем случае для построения таких зависимостей можно применить динамическую

теорию биологических дискретных популяций [1]:

ω_t^{k+1} – число особей t -го вида микроорганизма на единице площади поля в $k+1$ период наблюдения –

$$\omega_t^{k+1} = f_t \cdot N,$$

где $f_t = \sum_{jk=1}^n q_{jk}^t(N, \theta) p_j p_k$ – функция переходов;

$q_{jk}^t(N) = \bar{q}_{jk}^t \exp(-\gamma_t N)$ – функции приспособленности t -го вида микроорганизма; \bar{q}_{jk}^t – коэффициенты, зависящие от числа особей t -го вида; γ_t – коэффициенты лимитирования; $N = \sum_{i=1}^n \omega_i$ – число микроорганизмов; $p_t = m_t/N$ – частота числа t -го вида микроорганизма; θ – факторы внешних условий, характеризующие матрицами: вода W^k , пища L^k , тепло T^k :

$$\omega_t^{k+1} = a_0 \exp\left(-\sum_{i=1}^m \gamma_i x_i\right) \prod_{i=1}^m x_i^{\beta_i},$$

где a_0, β_i – коэффициенты; x_i – величины, связанные с параметрами почвенных режимов через коэффициенты лимитирования.