

УДК 631.62(477.41/42)(043.3)

Сапсай Г. І., к.т.н., доцент, Бадинський Л. О., к.т.н., завідувач сектору міжнародних відносин, Лісовець А. В., аспірантка (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ОСУШЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

Досліджено гідротермічний режим дерново-підзолистих ґрунтів Волинського Полісся України та здійснена оцінка впливу на нього інтенсивності осушення в умовах погіршення технічного стану меліоративних систем. Приведені результати аналізу експериментальних даних досліджень дренажного стоку, режиму рівня ґрунтових вод, вологості, температури ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур при різній інтенсивності осушення.

Ключові слова: осушувані землі, гідротермічний режим ґрунту, меліоративна система, параметри дренажу, ступінь дренажування.

Вступ

Значна роль у збільшенні виробництва продукції сільського господарства на території Волинського Полісся України належить меліорації земель і, зокрема, регулюванню гідротермічного режиму перезволожених ґрунтів. Досягнення на меліорованих землях проектної урожайності сільськогосподарських культур, передусім, залежить від безвідмовної, стійкої роботи закритих дренажних систем.

На території Волинського Полісся України широко застосовують меліоративні системи з використанням закритого дренажу, побудованого на площі більше 500 тис. га. На основі матеріалів обласних управлінь водного господарства на 01.01.2009 р. встановлено, що 30% осушуваних земель мають сприятливий меліоративний стан, 56% – задовільний та 14% – незадовільний. Меліоративні системи із задовільним меліоративним станом у своїй більшості потрібно називати системами “з умовно задовільним станом”, які можуть збільшити площу осушуваних земель із незадовільним станом в 3-4 рази. Отже, загальна кількість систем, що мають якісь проблеми і потребують покращення їх технічного стану, становить 70% (до рівня сприятливого).

Постановка проблеми

Аналіз врожайності сільськогосподарських культур, які вирощують в даному регіоні, дав змогу встановити чітко виражену тенденцію до її зменшення.

Серед причин, які призводять до зниження продуктивності сільськогосподарських угідь Волинського Полісся України, є погіршення технічного стану меліоративних систем.

У сучасних умовах на меліорованих землях Волинського Полісся України гідротермічний режим ґрунту не у повній мірі відповідає вимогам сільськогосподарських культур. При довготривалій роботі меліоративних систем із зменшенням інтенсивності осушення відбувається зниження їх керованості і, як наслідок, погіршується гідротермічний режим ґрунту, який і лімітує врожай.

Основними причинами незадовільної роботи меліоративних систем є: незадовільний стан відкритої провідної мережі (замулення та деформація каналів), замулення оглядових колодязів та колодязів з фільтрами-поглиначами, руйнування гирлових споруд та арматури на дренажних колекторах, замулення дренажних колекторів, зміщення дренажних труб дренажних колекторів, несправності регулюючої мережі (відстані між дренами не відповідають фільтраційним властивостям ґрунту; замулення дренажних труб, зміщення дренажних труб, зменшення фільтраційних властивостей фільтру (замулення, заохрювання).

Це свідчить про те, що традиційні підходи до управління сільським господарством на меліорованих землях не можуть забезпечити організаційним рішенням тієї об'єктивності та оперативності, які б дозволяли вести систему сільськогосподарського виробництва по

траєкторії заданої ефективності. Відомо, що зміни інтенсивності осушення призводять до змін режимів ґрунту.

Результати дослідження

Для встановлення основних закономірностей формування гідротермічного режиму меліорованих земель Волинського Полісся України проводились багаторічні польові дослідження дренажного стоку, рівня ґрунтових вод, температури ґрунту та урожайності сільськогосподарських культур.

Відомо, що різну інтенсивність осушення зумовлюють такі параметри дренажу: відстань між дренами та глибина їх закладання. Для розгляду спільного впливу відстаней між дренами і глибини їх закладання на гідротермічний режим ґрунту можна використати комплексний показник – ступінь дренажування N , який визначається як відношення глибини дренажу до відстані між дренами, і виражений у відсотках.

Так, при зменшенні ступеня дренажування N спостерігається послаблення водовідвідної дії дренажу.

Загальний вид рівняння, яке характеризує зв'язок модуля дренажного стоку з забезпеченістю та ступенем дренажування, має вигляд:

$$q = a \cdot P^{-b} \cdot N^c, \quad (1)$$

де q – модуль дренажного стоку на варіантах дренажу з різним ступенем дренажування, л/с-га; P – забезпеченість, %; N – ступінь дренажування, %, a, b, c – емпіричні коефіцієнти ($a = 0,09, b = 0,63, c = 1,1$).

Аналіз зв'язку приростів тривалості та об'єму дренажного стоку з приростом ступеня дренажування виконаний для трьох вологих років та графічно зображений на рис. 2-3.

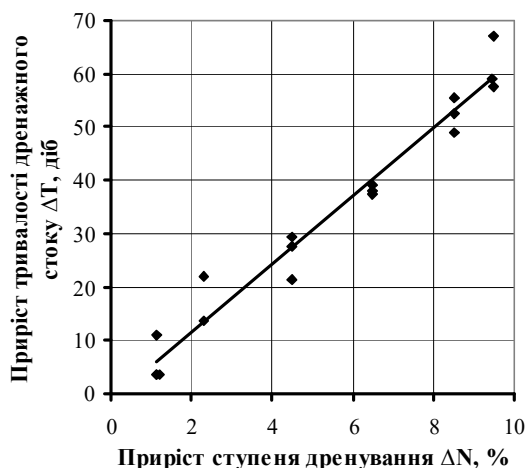


Рис. 1. Вплив приросту ступеня дренажування на величину приросту тривалості дренажного стоку

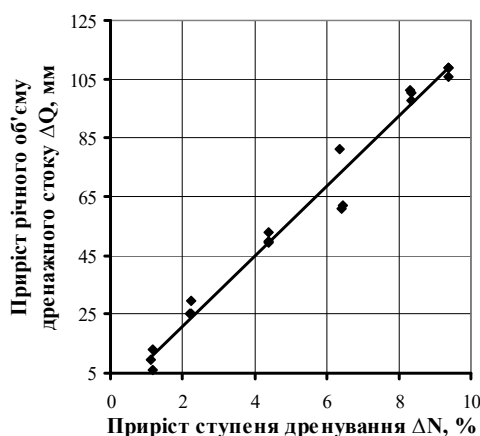


Рис. 2. Вплив приросту ступеня дренажування на величину приросту об'єму дренажного стоку

Статистична обробка даних показала високі кореляційні залежності між зазначеними величинами на рис. 2 ($r = 0,98 \pm 0,05$) та на рис. 3 ($r = 0,99 \pm 0,04$) і можливість описання їх рівняннями прямої лінії

$$\Delta T = a \cdot \Delta N - b; \quad (2)$$

$$\Delta Q = c \cdot \Delta N - d, \quad (3)$$

де ΔT – приріст тривалості річного дренажного стоку, дб; ΔQ – приріст об'єму річного дренажного стоку, мм; ΔN – приріст ступеня дренажування, %; a, b, c, d – емпіричні коефіцієнти ($a = 6,38, b = 1,31, c = 11,83, d = 2,4$).

Параметри дренажу також відіграють основну роль серед штучних факторів регулювання рівнів ґрунтових вод дерново-підзолистих ґрунтів Волинського Полісся

України.

Відомо, що при погіршенні технічного стану меліоративних систем відбувається зменшення величини інтенсивності осушення. В цьому випадку спостерігається чітка тенденція погіршення зарегульованості ґрунтових вод.

Це можна наочно спостерігати на графіку залежності екстремальних значень рівнів ґрунтових вод від ступеня дренажування в різні за вологозабезпеченістю роки досліджень (рис. 4).

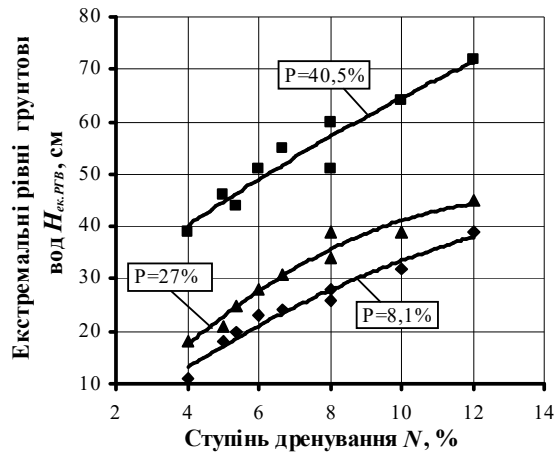


Рис. 3. Екстремальні рівні ґрунтових вод залежно від ступеня дренажування в різні за вологозабезпеченістю роки досліджень

З рис. 3 видно, що при зниженні ступеня дренажування N спостерігається більш мілке положення рівня ґрунтових вод (ПГВ) на осушуваній ділянці. Так, при зменшенні N з 12 до 4% максимальні рівні ґрунтових вод підвищились: для року з забезпеченістю атмосферними опадами $P = 40,5\%$ в 1,8 рази, для року з $P = 27\%$ – у 2,5 рази, року з $P = 8,1\%$ – в 3 рази.

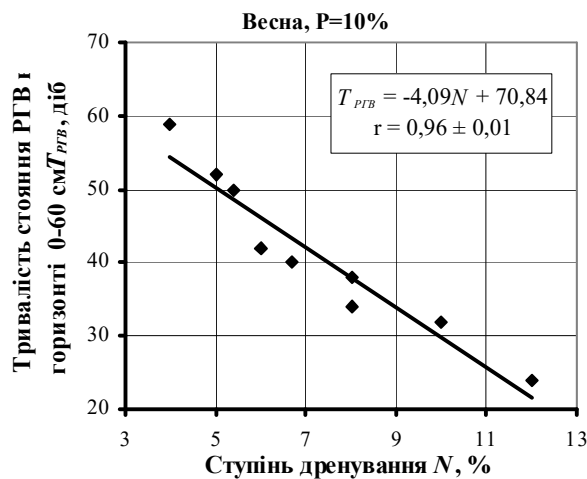


Рис. 4. Вплив ступеня дренажування на тривалість стояння рівнів ґрунтових вод у горизонті 0-60 см при $P=10\%$

Рівняння, яке характеризує зв'язок екстремальних рівнів ґрунтових вод з ступенем дренажування та різною забезпеченістю, має вид

$$H_{екс.ПГВ} = a \cdot N - b \cdot P - c \cdot N^2 + d \cdot P^2 - g \cdot N \cdot P - j, \quad (4)$$

де $H_{екс.ПГВ}$ – екстремальні рівні ґрунтових вод, см; N – ступінь дренажування, %; P – забезпеченість атмосферними опадами, %; a, b, c, d, g, j – емпіричні коефіцієнти ($a = 5,67, b = 1,25, c = 0,18, d = 0,04, g = 0,02, j = 0,17$).

Розглянемо тривалість стояння рівнів ґрунтових вод у горизонті 0-60 см при різних

ступенях дренивання в умовах погіршення технічного стану меліоративних систем (рис. 4).

З рис. 4 видно, що у випадку погіршення технічного стану дренажу при зменшенні ступеня дренивання N спостерігається збільшення тривалості підтоплення в горизонті 0-60 см. Так, для весняного періоду року з забезпеченістю атмосферними опадами $P=10\%$ при зменшенні N з 12 до 4% максимальні рівні ґрунтових вод та тривалість перезволоження ґрунту підвищились в 2,5 раза.

У сучасних умовах, при погіршенні технічного стану меліоративних систем, у вологий вегетаційний період року з забезпеченістю атмосферними опадами $P=5,4\%$ мала місце чітка тенденція збільшення максимальних значень вологості дерново-підзолистого ґрунту в горизонті 0-50 см при зниженні інтенсивності осушення (рис. 5).

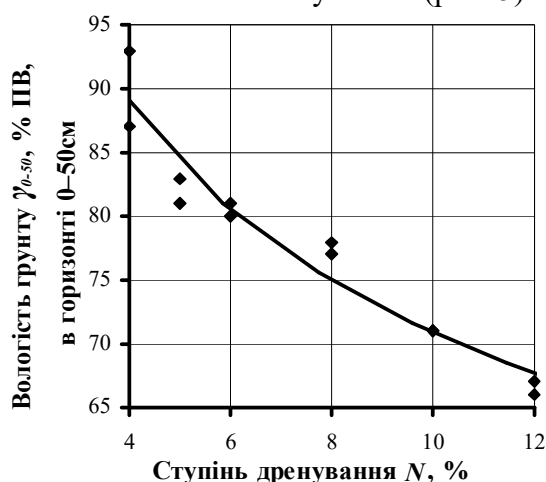


Рис. 5. Вологість дерново-підзолистого ґрунту γ_{0-50} залежно від ступеня дренивання у вологий вегетаційний період ($P=5,4\%$)

З рис. 6 видно, що при зменшенні ступеня дренивання N спостерігається збільшення максимальних значень вологості ґрунту на осушуваній ділянці. Так, при зменшенні N з 12 до 4% значення вологості дерново-підзолистого глейового ґрунту в горизонті 0-50 см збільшилося в 1,3 раза.

Статистична обробка даних показала високу кореляційну залежність між вологістю ґрунту та ступенем його дренивання

$$\gamma_{0-50} = a \cdot N^{-b}, \quad (5)$$

де γ_{0-50} – вологість ґрунту в горизонті 0–50 см, % ПВ; N – ступінь дренивання, %; a, b – емпіричні коефіцієнти ($a = 126,15$, $b = 0,25$).

На основі даних польових досліджень, встановлена тіснота взаємозв'язку хронологічно відповідних значень вологості дерново-підзолистого ґрунту в різних горизонтах. Встановлено, що для того, щоб охарактеризувати вологість у ґрунті, достатньо відібрати її в горизонті 10-20 см.

Відомо, що при погіршенні водного режиму ґрунту погіршуються його теплофізичні характеристики та температурний режим.

Нами проаналізовані висвітлені в літературних джерелах теплофізичні характеристики дерново-підзолистих ґрунтів, серед яких основна увага приділена дослідженню їх теплоємності, температуропровідності й теплопровідності, та встановлена тіснота зв'язку цих величин з вологістю ґрунту.

У випадку погіршення технічного стану меліоративних систем при збільшенні вологості ґрунту спостерігається зростання значень об'ємної теплоємності ґрунту. Для дерново-підзолистого ґрунту в інтервалі значень вологості 0-34% об'ємна теплоємність зростає в міру збільшення об'ємної щільності з 1,1 до 1,3 г/см³.

Рівняння, яке характеризує зв'язок теплоємності ґрунту з його вологістю та об'ємною щільністю, має вид

$$C_v = -a + b \cdot \gamma + c \cdot d_v, \quad (6)$$

де C_v – об’ємна теплоємність ґрунту, кДж/м³·град; γ – вологість ґрунту, % від маси абсолютно сухого ґрунту; d_v – об’ємна щільність абсолютно сухого ґрунту, г/см³: a, b, c – емпіричні коефіцієнти ($a = 994,89, b = 49,51, c = 1750,9$).

Температуропровідність ґрунту змінюється по закону максимуму, тобто досягає максимуму при вологості рівній 21% від маси сухого ґрунту і відповідає оптимальним значенням вологості для більшості рослин. При збільшенні вологості ґрунту його температуропровідність зменшується, так як ріст об’ємної теплоємності відбувається швидше, ніж ріст теплопровідності.

Нами отримане рівняння, яке характеризує зв’язок температуропровідності ґрунту з його вологістю та об’ємною щільністю

$$K_t = -a + b \cdot \gamma + c \cdot d_v - d \cdot \gamma^2 + g \cdot d_v^2 + j \cdot \gamma \cdot d_v, \quad (7)$$

де K_t – температуропровідність ґрунту, 10⁻⁷ м²/с; γ – вологість ґрунту, % від маси абсолютно сухого ґрунту; d_v – об’ємна щільність ґрунту, г/см³; a, b, c, d, g, j – емпіричні коефіцієнти ($a = 0,81, b = 0,2, c = 0,93, d = 0,01, g = 0,1, j = 0,08$).

Якщо відомі температуропровідність K_t та об’ємна теплоємність C_v , то теплопровідність можна визначити за формулою

$$\lambda = K_t \cdot C_v, \quad (8)$$

де λ – теплопровідність ґрунту, кДж/м·с·град.

У зв’язку з тим, що зниження інтенсивності осушення сприяє послабленню регулювання водного режиму, розглянемо вплив ступеня дренажу на температурний режим ґрунту. Спостереження проводились на варіантах зі ступенями дренажу $N = 10\%$ та $N = 5\%$.

Скориставшись показником термічного ефекту в ґрунті, запропонованим Д.Д. Куртнером і А.Ф. Чудновським, оцінимо зміни температурного режиму

$$\Delta T_r(x; \tau) = T_{N=10\%}(x; \tau) - T_{N=5\%}(x; \tau), \quad (9)$$

де $\Delta T_r(x; \tau)$ – зміна температури ґрунту на глибині x у момент часу τ , °С; $T_{N=10\%}(x; \tau)$, $T_{N=5\%}(x; \tau)$ – температура ґрунту на глибині x у момент часу τ при ступені дренажу $N = 10\%$ та $N = 5\%$ відповідно, °С.

На дерново-підзолистому ґрунті в роки досліджень вивчення просторових змін величини ΔT_r здійснювалося на глибині 10 см. Різниця температур ґрунту при зменшенні інтенсивності осушення може сягати у першу половину вегетаційного періоду 0,6-2 °С. Про це свідчить і графік зв’язку хронологічно відповідних температур дерново-підзолистого ґрунту на глибині 0,1 м (рис. 6).

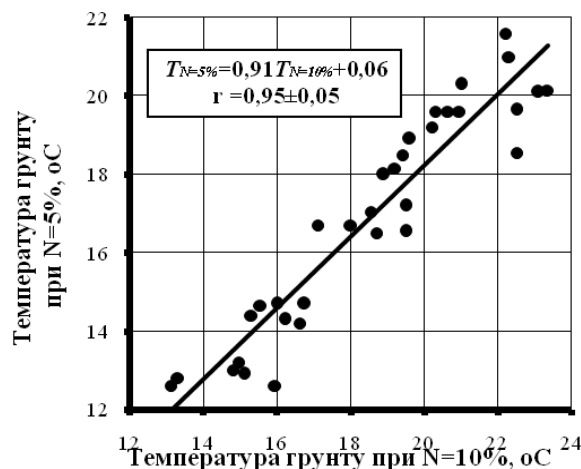


Рис. 6. Зв’язок хронологічно відповідних температур ґрунту на глибині 0,1 м при ступенях дренажу $N = 10\%$ і $N = 5\%$

Зміни водного та температурного режимів викликають посилення мікробіологічної

активності ґрунту.

Так, ступінь розкладання лляного полотна при $E=10$ м збільшується майже в 1,6 рази у порівнянні з $E=20$ м. Спостерігається покращення на 15...25% вмісту в ґрунті поживних речовин.

Ступінь зміни властивостей ґрунту під впливом інтенсивності дренажування не можна оцінити без аналізу врожаїв сільськогосподарських культур, що є інтегральним показником оптимальності факторів росту і розвитку рослин.

Відомо, що різну інтенсивність осушення на території Волинського Полісся України можна створити застосуванням дренажу з різними параметрами.

При збільшенні відстаней між дренами спостерігається виразна закономірність зниження врожайності сільськогосподарських культур (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність сільськогосподарських культур при різних відстанях між дренами при $t=1,0$ м

P, %	Сільськогосподарські культури	Урожайність, т/га при E			НСР 0,5, т/га
		10 м	15 м	20 м	
5,4	Кукурудза на силос	55,9	47,5	37,3	1,87
	Овес	2,93	-	2,25	0,156
8,1	Озима пшениця	2,87	2,3	2,02	0,18

Ці дані показують, що зі збільшенням відстаней між дренами E відбувається зниження врожаїв сільськогосподарських культур. При збільшенні E з 10 до 20 м при сталому $t=1,0$ м спостерігається зменшення врожаю кукурудзи на силос – у 1,5 рази, вівса – у 1,3 рази, озимої пшениці – у 1,4 рази.

Значний вплив на врожай сільськогосподарських культур має ступінь дренажування. В умовах погіршення технічного стану дренажних систем менша величина ступеня дренажування забезпечує одержання більш низьких врожаїв сільськогосподарських культур (табл. 2).

Таблиця 2

Середня врожайність сільськогосподарських культур залежно від ступеня дренажування

N, %	Урожайність с/г культур, виражена в кормових одиницях, т/га	
	Озима пшениця	Кукурудза на силос
1	2	3
12	3,55	15,69
10	3,24	14,62
8	2,88	13,91
8	2,99	13,54
6,7	2,5	12,65
6	2,51	11,4
5,3	2,4	12,37
5	2,15	10,95
4	1,94	10,62

При зменшенні ступеня дренажування з 12% до 4% спостерігається зниження середньої врожайності озимої пшениці та кукурудзи на силос у 1,8 та 1,5 рази відповідно.

Висновок

Отже, використання наведених вище даних багаторічних польових досліджень проектними інститутами та управліннями водного господарства дозволить суттєво покращити ефективність гідротехнічних меліорацій у Волинському Поліссі України. А наведені кількісні характеристики водного і температурного режимів ґрунту можуть бути використані для прогнозу роботи меліоративних систем в умовах різних за забезпеченістю атмосферних опадів років.

1. Сапсай Г. І., Бадинський Л. О. Оцінка ефективності використання дренажних мінеральних ґрунтів Західного Полісся України // Меліорація і водне господарство. – К., 2006. – № 93–94. – С. 266–272.
2. Сапсай Г. І., Бадинський Л. О. Вплив інтенсивності осушення на температурний режим дерново-

- підзолистих ґрунтів Західного Полісся України // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2007. – Вип. 52. – С. 351–360.
3. Бадинський Л. О. Вплив ступеня дренажу на ефективність осушувальних меліорацій у Західному Поліссі України // Еколого-збалансоване управління меліорованими ландшафтами: міжнар. науково-практична конференція молодих вчених. Херсон, 22–23 квітня 2010 р. – Х., 2010. – С. 63–65.
 4. Бадинський Л. О., Сапсай Г. І. Оцінка інтенсивності осушення перезволожених ґрунтів Західного Полісся в умовах погіршення технічного стану гідромеліоративних систем // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – Р., 2009. – № 4(48). – Ч. 1. – С. 131–139.
 5. Schultz B., Zimmer D., Vlotman W. 2007. Drainage under increasing and changing requirements. Special Issue: Drainage – an essential element of integrated water management. *Irrigation and Drainage* 56(S1): S3–22. DOI: 10.1002/ird.372.

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А. М. (НУВГП)

Sapsay G. I., Candidate of Engineering, Associate Professor, Badynskiy L. O., Candidate of Engineering, Manager the Sector of International Relations, Lisovets O. V., Post-graduate Student (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

INFLUENCE OF DRAINAGE INTENSITY ON THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL LANDS

The article deals with the analysis of hydrothermal regime of sod and podzolic soils in Ukrainian Volyn Polissya and with the assessment of impact of drainage intensity in terms of degradation of the drainage systems. The results of the analysis of experimental studies of drainage runoff, regime of ground water, humidity, soil temperature and crop yields, taking into account different drainage intensities, are presented in the article.

Keywords: drained lands, hydrothermal regime of soil, melioration system, drainage parameters, drainage degree.

Сапсай Г. И., к.т.н., доцент, Бадыйнский Л. О., к.т.н., заведующий сектором международных отношений, Лисовец А. В., аспирантка (Национальный университет водного хозяйства та природокористування, м. Рівне)

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Исследовано гидротермичний режим дерново-подзолистых почв Волынского Полесья Украины и осуществленная оценка влияния на него интенсивности осушения в условиях ухудшения технического состояния мелиоративных систем. Приведенные результаты анализа экспериментальных данных исследований дренажного стока, режима уровня грунтовых вод, влажности, температуры почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, при разной интенсивности осушения.

Ключевые слова: осушаемые земли, гидротермичний режим почвы, мелиоративная система, параметры дренажа, степень дренирования.