

9. СП 14.13330.2018. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
10. СП 58.13330.2012. Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.

References

1. Ananyin, I.V. Seismicity of the North Caucasus / I.V. Ananyin. - M.: Nauka, 1977. - 148 p.
2. Volosukhin, V.A. Assessment of the technical condition of the Eshkakovsky hydroelectric complex during monitoring of safe operation / V.A. Volosukhin, M.A. Bandurin, I.A. Prikhodko, A.A. Rudenko // Nature management. - 2022. - No. 2. - pp. 72-80. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-72-80.
3. Volosukhin, Ya.V. Kuma River. Complex characteristics of the basin: a monograph / Ya.V. Volosukhin: 5th ed., ispr. and additional – Novochoerkassk: Lik, 2013. – 440 p.
4. Earthquakes in Russia in 2017. – Obninsk: FITZ EGS RAS, 2019. – 216 p.: ill.
5. Earthquakes in Russia in 2019. – Obninsk: FITZ EGS RAS, 2021. – 214 p.: ill. ISSN 1819–852X
6. Earthquakes in Russia in 2020. – Obninsk: FITZ EGS RAS, 2022. – 204 p.: ill. ISSN 1819–852X
7. The system of seismological and seismometric monitoring of hydraulic structures of the Eshkakovsky hydroelectric complex in the Malokarachayevsky district of the Karachay-Cherkess Republic. Explanatory note. 45-K/2019.ICTS.PZ, Novochoerkassk. - 180 p.
8. Solonenko, V.P. Powerful earthquakes of the Greater Caucasus / V.P. Solonenko, V.S. Khromovskikh // Nature. - 1974. - No. 6. -pp. 35-47.
9. SP 14.13330.2018. A set of rules. Construction in seismic areas. Updated version of SNiP II-7-81* .
10. SP 58.13330.2012. A set of rules. Hydraulic structures. The main provisions. Updated version of SNiP 33-01-2003.

УДК 631.62: 626.86

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.31.72.062

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ДРЕНАЖА

Ефремов А.Н., кандидат технических наук

ООО Инженерный центр «Луч», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Приведены расчетные формулы для определения технико-экономических показателей укладки дрен с учетом исходных данных. Проведен анализ показателей строительства дренажа. Выведены зависимости для расчета удельной протяженности и стоимости дренажа в зависимости от междреннего расстояния. Дан расчет потребности в дренажеразкладчиках при строительстве или реконструкции дренажа в зонах осушения и орошения.*

***Ключевые слова:** технико-экономические показатели, строительство, реконструкция, укладка, дрена, стоимость, исходные данные, междренние расстояния, удельная протяженность, потребность в дренажеразкладчиках*

TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF BUILDING AND DRAINAGE RECONSTRUCTION

Efremov A.N., Candidate of Technical Sciences

Abstract. Settlement formulas for definition of technical and economic indicators of packing of drains taking into account initial data are resulted. The analysis of indicators of building of a drainage is carried out. Dependences for calculation of specific extent and cost of a drainage depending on distances between drains are deduced. Requirement calculation drainage machines is given at building or reconstruction in drainage and irrigation zones.

Keywords: Technical and economic indicators, building, reconstruction, packing, a drain, cost, initial data, distances between drains, specific extent, requirement in drainage machines

В расчетах стоимости строительства и реконструкции дренажа учитываются основные показатели укладки коллекторов и дрен, а также стоимость дренажных материалов. Подготовительные работы (вынос проекта коллекторно-дренажной сети в натуру, подготовка трасс дрен, развозка материалов по трассам), устройство устьев и истоков дрен и коллекторов, обратная засыпка траншей, укатка трасс дрен, перебазировка дреноукладчиков с объекта на объект и другие вспомогательные работы в расчетах не рассматриваются. В зоне осушения наибольшее распространение получили пластмассовые дренажные трубы с синтетическим фильтром при укладке дренажа в грунтах 1-2 группы. В зоне орошения вокруг укладываемых дренажных труб формируют обсыпку из песчано-гравийной смеси для повышения водопримной способности дренажа, что учитывается при расчетах.

Примерную удельную стоимость укладки дренажа C_d дреноукладчиками с системой автоматического управления (САУ) можно определить по формулам (табл. 1) [8]:

$$C_d = C_y + C_m \quad (1)$$

$$C_y = C_a + C_T + C_3 \quad (2)$$

$$C_a = \frac{(1 + K_T) \cdot (C_0 + C_C)}{T_a \cdot K_H \cdot P_d \cdot T_C \cdot T_T} \quad (3)$$

$$C_T = \frac{P_T \cdot (1 + K_C) \cdot C_6}{P_d} \quad (4)$$

$$C_3 = \frac{(1 + K_3) \cdot N_P \cdot 3_P}{P_d} \quad (5)$$

$$C_m = C_{II} + C_{\Phi} \quad (6)$$

где: C_y – удельная стоимость укладки дренажа, руб./м; C_m – удельная стоимость материалов, руб./м; C_a , C_T , C_3 , – удельные затраты соответственно на амортизацию оборудования, топливо и зарплату, руб./м; K_T – коэффициент

затрат на ремонт и техническое обслуживание; Кс - коэффициент расхода смазочных материалов; Со – стоимость дренаукладчика с ЗиП, руб.; Сс – стоимость системы автоматического управления, руб.; Та – срок службы дренаукладчика с оборудованием, год; Ки – коэффициент использования сменного времени; Пд – эксплуатационная производительность дренаукладчика с ЛСАУ, м/час; Тс – сменное время, час/см; Тг – количество рабочих смен в году, см/год; Рт – расход топлива, кг/час; Сб – стоимость топлива, руб./кг; Кз – коэффициент начислений на зарплату; Нр – количество рабочих, чел.; Зр – зарплата рабочего, руб./час; Сп – стоимость пластмассовой дренажной трубы, руб./м; Сф – стоимость фильтра, руб./м.

Таблица 1 - Исходные данные для расчета стоимости укладки дренажа

№ п/п	Наименование исходных данных	Обозначение	Величина	Ссылка
1	Коэффициент затрат на годовой ремонт и техническое обслуживание дренаукладчика	Кт	0,0891	СО34.20.6 11-2003
2	Стоимость дренаукладчика с ЗиП, тыс. руб.: - ЭТЦ-202Б - МД-12 - ЭТЦ-2011 - ЭТЦ- 406 - БДМ-301 с тягачом ДЭТ-250М - УДМ-350	Со	3752 12600 4750 13050 19000 13000	Расчеты с учетом цен 2019
3	Стоимость лазерной системы автоматического управления (ЛСАУ), тыс. руб	Сс Сл	402	icluch@ru
4	Стоимость спутниковой навигационной системы автоматического управления (НСАУ), тыс. руб	Сс Сн	3500	icon-gps-60
5	Срок службы дренаукладчика, год	Та	10	
6	Сменное время, час/см	Тс	8	
7	Коэффициент использования сменного времени	Ки	0,75	
8	Эксплуатационная производительность дренаукладчиков ЛСАУ в грунтах 2 группы, м/час: - ЭТЦ-202Б - МД-12 - ЭТЦ-2011 - ЭТЦ- 406 - БДМ-301 с тягачом ДЭТ-250М - УДМ-350	Пд	63 234 72 25 186 56	[5] [1] [4] [3], [7] [2] [7]
9	Количество смен в году, см/год - в зоне осушения - в зоне орошения	Тг	126 168	
10	Расход дизельного топлива, кг/час: - ЭТЦ-202Б и ЭТЦ-2011 - МД-12 и УДМ-350 - ЭТЦ- 406 - БДМ-301 с тягачом ДЭТ-250М	Рт	6,00 32,7 17,4 71,9	
11	Стоимость топлива, руб./кг	Сб	48	Цены 2019

№ п/п	Наименование исходных данных	Обозначение	Величина	Ссылка
12	Коэффициент расхода смазочных материалов	Кс	0,25	
13	Количество рабочих, чел.: - ЭТЦ-202Б, МД-12, ЭТЦ-2011, ЭТЦ- 406, УДМ-350 - БДМ-301 с тягачом ДЭТ-250М	Нр	3 4	[5], [1], [3], [2]
14	Средняя зарплата рабочего, руб/час	Зр	298	2019
16	Коэффициент начислений на зарплату	Кз	0,39	Госналог
17	Стоимость пластмассовой дренажной трубы с фильтром геотекстиль Симбур диаметром d, руб/м: - d=110 мм: ЭТЦ-202Б, ЭТЦ- 406, БДМ-301, УДМ-350 - d=63 мм МД-12, ЭТЦ-2011	Сп	56 49	ТД СДС - " -
18	Стоимость песчано-гравийной смеси (ПГС), руб/м ³ Объем песчано-гравийной смеси дренаукладчика, V, м ³ : $V = (ab - \pi r^2)l$, где a, b, l - ширина, высота, длина обсыпки, м. Стоимость ПГС (l= 1 м), руб/м: - ЭТЦ-406 a=0,66 b=0,66 V=0,43 - БДМ-301 a=0,25 b=0,3 V=0,065 - УДМ-350 a=0,35 b=0,35 V=0,113	Сф	750 322,5 48,75 84,75	Карьер-88 Расчет

Подставляя данные таблицы 1 в выражения 1-6, получим расчетные показатели стоимости укладки дренажа для дренаукладчиков в зонах осушения и орошения (таблица 2).

Таблица 2 – Расчетные показатели стоимости укладки дренажа

№ п/п	Марка дренаукладчика	Са	Ст	Сз	Су	См	Сд
		руб./м (%)					
1	ЭТЦ-202Б	9,5 (27,2)	5,7 (16,3)	19,7 (56,4)	34,9 (100)	56 (61,6*)	90,9
2	МД-12	8 (9,9)	8,4 (10,4)	5,3 (6,6)	21,7 (100)	49 (69,3)	70,7
3	ЭТЦ-2011	10,3 (31,6)	5 (15,3)	17,3 (53)	32,6 (100)	49 (60)	81,6
4	ЭТЦ- 406	58,1 (38,8)	41,8 (27,9)	49,7 (33,2)	149,6 (100)	378,5 (71,7)	528,1
5	БДМ-301	11,3 (26)	23,2 (53,5)	8,9 (20,5)	43,4 (100)	104,7 (70,7)	148,1
6	УДМ-350	25,9 (31,2)	35 (42,1)	22,2 (26,7)	83,1 (100)	140,7 (62,9)	223,8
7	ЭТЦ-2011**	15,2 (40,5)	5 (13,3)	17,3 (46,1)	37,5 (100)	49 (56,6)	86,5

Примечание: *стоимость См в % от Сд; **дренаукладчик с НСАУ, остальные с ЛСАУ

Для определения расчетных показателей других дренаукладчиков можно также воспользоваться выше приведенными выражениями, подставляя туда характеристики машин и необходимые исходные данные.

Анализ полученных показателей строительства дренажа в зонах осушения и орошения (таблицы 1 и 2) позволяет сделать следующие выводы:

- стоимость дренажных материалов колеблется в пределах 56,6-71,7% от общей стоимости дренажа и зависит от диаметра пластмассовой дренажной трубы с синтетическим фильтром, ширины и толщины обсыпки дрен сыпучим материалом из песчано-гравийной смеси;

- стоимости укладки дренажа бестраншейным способом в зонах осушения и орошения являются наименьшими по сравнению с траншейным и узкотраншейным способами, а промежуточное положение по затратам занимает узкотраншейный способ;

- в зоне осушения стоимость укладки дренажа бестраншейным дренажукладчиком МД-12 составляет 21,7 руб./м или в 1,6 и в 1,5 раза меньше стоимости укладки траншейным ЭТЦ-202Б и узкотраншейным ЭТЦ-2011 дренажукладчиками;

- в зоне орошения стоимость укладки дренажа бестраншейным дренажукладчиком БДМ-301 составляет 43,4 руб./м или в 3,4 и в 1,9 раза меньше стоимости укладки траншейным ЭТЦ-406 и узкотраншейным УДМ-350 дренажукладчиками;

- стоимости укладки дренажа различными способами в зоне орошения за счет большей глубины дрен выше в 2-4,3 раза, чем в зоне осушения, а эксплуатационная производительность в 1,25- 2,52 раза ниже;

- затраты на амортизационные отчисления, топливо и зарплату по различным способам укладки дренажа составляют в пределах 9,9-10,3; 5-8,4; 5,3-19,7 в зоне осушения и 11,3-58,1; 23,2-41,8; 8,9-49,7 в зоне орошения;

- применение спутниковой навигационной системы автоматического управления на дренажукладчике, например ЭТЦ-2011, удорожает на 15% стоимость укладки дрен по сравнению с лазерной системой автоматического управления.

Большую роль в оценке стоимости укладки дренажа играет плановое расположение дренажной сети, которое определяет междренные расстояния дрен и удельную протяженность дренажных линий (рисунок 1).

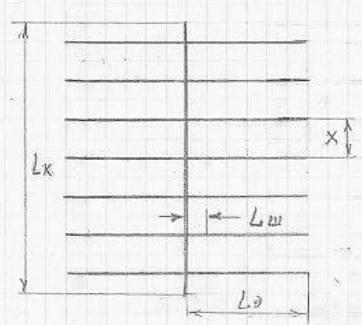


Рисунок 1 – Фрагмент плана систематической дренажной сети

Исходя из рисунка 1, определим удельную протяженность дренажных линий по формулам:

$$L_y = \frac{L}{S} \quad (7)$$

$$L = L_K + N_D \cdot L_D \cdot (L_K/x) \quad (8)$$

$$S = \frac{N_D \cdot L_D \cdot L_K}{10000} \quad (9)$$

где: L_y – удельная протяженность дренажных линий, м/га; L – протяженность дренажных линий, м; S – площадь фрагмента дренажа, га; N_D – число впадения дренажных линий в коллектор (2-двустороннее, 1-одностороннее); L_D – длина дрены, м; L_K – длина коллектора, м; x – междреннее расстояние, м; 10000, м²/га.

Подставляя выражения 8 и 9 в формулу 7, получим:

$$L_y = 10000 \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{N_D} \cdot L_D \right) \quad (10)$$

Удельную стоимость укладки дренажа C_Γ , выраженную в руб./га, найдем по выражению:

$$C_\Gamma = C_y \cdot L_y \quad (11)$$

Для расчетов примем следующие исходные параметры дренажа в зонах осушения и орошения (таблица 3):

Таблица 3 – Исходные параметры дренажной сети

№ п/п	Зона	N_D , м	L_D , м	x , м
1	Осушения	2	150	10 - 50
2	Орошения	1	300	50 - 150

Подставляя исходные данные таблицы 3 в формулы 10 и 11, получим значения удельной протяженности дренажной сети и стоимости укладки дренажа в зависимости от междренного расстояния (таблицы 4 и 5).

По полученным данным таблиц 4 и 5 на рисунке 2 построены графики удельных стоимостей укладки дренажа, из которых можно сделать вывод о том, что с ростом междренного расстояния удельные стоимости укладки дренажа снижаются по гиперболической зависимости для всех типов дренажных машин. Причем, наименьшую стоимость укладки дренажа имеют бестраншейные дренажные машины, а наибольшую – траншейные машины.

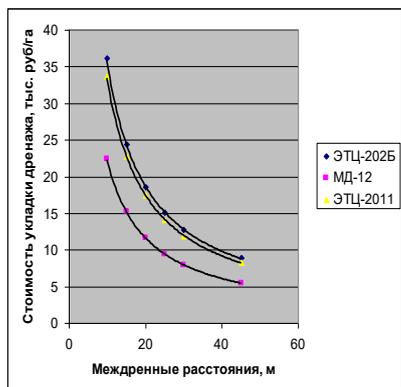
Таблица 4 – Удельная протяженность дренажной сети и удельная стоимость укладки дренажа в зоне осушения

Параметры	Почвы-грунты					
	Глина	Тяжелый суглинок	Средний суглинок	Легкий суглинок	Торф низинный	Песок мелко-зернистый
Междреннее расстояние, м	10	15	20	25	30	45
Удельная протяженность дренажа, L_y , м/га:	1033	700	533	433	366	255
Удельная стоимость дренажа, Сг, тыс. руб./га:						
- ЭТЦ-202Б	36,1	24,4	18,6	15,1	12,7	8,9
- МД-12	22,4	15,2	11,6	9,4	7,9	5,5
- ЭТЦ-2011	33,7	22,8	17,4	14,1	11,9	8,3

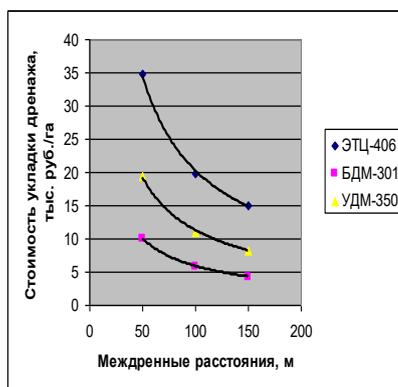
Примечание: почвы-грунты в зависимости от междренного расстояния заимствованы из [6].

Таблица 5 – Удельная протяженность дренажной сети и удельная стоимость укладки дренажа в зоне орошения

Параметры	Значения		
Междреннее расстояние, м	50	100	150
Удельная протяженность дренажа, L_y , м/га:	233	133	100
Удельная стоимость дренажа, Сг, тыс. руб/га:			
- ЭТЦ-406	34,9	19,9	15,0
- БДМ-301	10,1	5,8	4,3
- УДМ-350	19,4	11,1	8,3



А – зона осушения



Б – зона орошения

Рисунок 2 – Графики удельной стоимости укладки дренажа Сг в зависимости от междренного расстояния x для дреноукладчиков

При оценке стоимости дренажа важно также учитывать классификацию грунтов по трудности разработки, которая оценивается по числу ударов ударником ДОРНИИ [ГОСТ 9693-67]. С увеличением трудности разработки грунта и числа ударов производительность дреноукладчиков снижается, что следует учитывать при подсчете стоимости дренажа по выше представленным выражениям.

Потребность в дреноукладчиках определяется в зависимости от заданного объема строительства или реконструкции дренажа, назначенного времени проведения работ и эксплуатационной производительности выбранных машин. Для укладки дрен потребность в дреноукладчиках можно найти по выражению:

$$N_{\text{Пд}} = \frac{W \cdot L_y}{T_{\text{П}} \cdot \text{Пд} \cdot T_{\text{С}} \cdot T_{\text{Г}} \cdot K_{\text{И}}} \quad (12)$$

где: $N_{\text{Пд}}$ - потребность в дреноукладчиках для укладки дрен, шт.; W – заданная площадь строительства или реконструкции дренажа, га; $T_{\text{П}}$ – назначенное время проведения работ, год; Пд – эксплуатационная производительность дреноукладчика при укладке дрен, м/час; L_y – удельная протяженность дрен, м/га.

Для нахождения L_y определим протяженность дрен (по аналогии с формулой 8):

$$L = N_{\text{Д}} \cdot L_{\text{Д}} \cdot (L_{\text{К}}/x) \quad (13)$$

Подставляя формулы 13 и 9 в формулу 7, получим:

$$L_y = \frac{10000}{x} \quad (14)$$

Тогда выражение 12 с учетом формулы 14 станет равно: (15)

$$N_{\text{Пд}} = 10000 \cdot \frac{W}{x} \cdot T_{\text{П}} \cdot \text{Пд} \cdot T_{\text{С}} \cdot T_{\text{Г}} \cdot K_{\text{И}}$$

Эта формула справедлива также для расчетов потребности в дреноукладчиках при укладке дрен от открытого канала.

Для расчета потребности в дреноукладчиках при укладке коллекторов и отрывки шурфов, необходимых для подключения дрен к коллектору, определим сумму длин коллектора и шурфов (рисунок 1):

$$L = L_{\text{К}} + K_{\text{Ш}} + N_{\text{Д}} + L_{\text{Д}} \cdot (L_{\text{К}}/x) \quad (16)$$

$$K_{\text{Ш}} = \frac{L_{\text{Ш}}}{L_{\text{Д}}} \quad (17)$$

где: Кш – коэффициент отношений длины шурфа и дрены; Лш – длина шурфа, принимаемая равной 7,5 м.

Подставляя в формулу 7 выражения 16 и 9, получим:

$$L_y = 10000 \cdot (1/N_d \cdot L_d + K_{ш/x}) \quad (18)$$

Потребность в дренаукладчиках для укладки коллектора и отрывки шурфов с учетом формул 12 и 18 примет вид:

$$N_{ПК} = \frac{10000 \cdot W \cdot (1/N_d \cdot L_d + K_{ш/x})}{T_{п} \cdot P_d \cdot T_c \cdot T_r \cdot K_{и}} \quad (19)$$

По формулам 15 и 19 с учетом исходных данных (таблицы 1 и 3) рассчитаны искомые потребности в дренаукладчиках при строительстве или реконструкции дренажа в зоне осушения и орошения (таблицы 6 и 7). При этом в зависимости от междреннего расстояния определяется состав комплектов из траншейных дренаукладчиков ЭТЦ-202Б (ЭТЦ-406), укладываемых коллекторы и отрывающих шурфы, и бестраншейных МД-12 (БДМ-301) или узкотраншейных ЭТЦ-2011 (УДМ-350) дренаукладчиков для укладки дрен.

Таблица 6 – Потребность в дренаукладчиках при строительстве или реконструкции дренажа в зоне осушения

Междреннее расстояние, х, м	Заданная площадь строительства или реконструкции дренажа, W, га					
	1000 га			10000 га		
	Назначенное время проведения работ Tп					
	1 год			3 года		
	Вид дренажных линий					
	Коллектор	Дрены		Коллектор	Дрены	
	Потребность в дренаукладчиках, шт					
	ЭТЦ-202 Б	МД-12	ЭТЦ-2011	ЭТЦ-202 Б	МД-12	ЭТЦ-2011
30	1	2	6	4	7	20
20	2	3	10	4	10	30
10	2	6	19	6	19	61

Примечание: принятые данные: Кш=0,05, Лд=150м, Nd=2.

Из выражений 15 и 19 следует, что с ростом заданных объемов строительства дренажа прямо пропорционально возрастает потребность в дренаукладчиках с системой автоматического управления. Увеличение междреннего расстояния, назначенного времени проведения работ и производительности дренаукладчика ведет к обратно пропорциональному снижению потребности в машинах. В случаях одинакового увеличения заданного объема дренажа и назначенного времени проведения работ потребность не меняется и остается постоянной. Как видно из таблиц 6 и 7, потребность в бестраншейных дренаукладчиках МД-12 и БДМ-301 в 2-3 раза меньше по сравнению с узкотраншейными

дреноукладчиками ЭТЦ-2011 и УДМ-350, что снижает капитальные затраты на приобретение и техническое обслуживание машин с ЛСАУ для укладки дрен.

Таблица 7 – Потребность в дреноукладчиках при строительстве или реконструкции дренажа в зоне орошения

Межд- дренное расстоя- ние, х, м	Заданная площадь строительства или реконструкции дренажа, W, га					
	1000 га			10000 га		
	Назначенное время проведения работ Тп					
	1 год			3 года		
	Вид дренажных линий					
Коллектор	Дрены		Коллектор	Дрены		
Потребность в дреноукладчиках, шт						
	ЭТЦ-406	БДМ-301	УДМ-350	ЭТЦ-406	БДМ-301	УДМ-350
150	2	1	2	5	2	4
100	2	1	2	5	2	6
50	2	1	4	5	4	12

Примечание: принятые данные: Кш=0,05, Лд=300м, Нд=1.

Список использованных источников

1. Временные рекомендации по проектированию и строительству закрытого дренажа из пластмассовых труб с применением бестраншейного дреноукладчика МД-4 с тягачом МД-5. Минводхоз СССР, Главнечерноземводстрой, Ленгипроводхоз, Ленинград, 1978, 65 с.
2. Томин, Е.Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа / Е.Д. Томин. - М: «Колос», 1981. - 240 с.
3. Усовершенствованная технология механизированного строительства закрытого дренажа. Технические указания. СтавНИИГиМ. - Ставрополь, 1986. - 63 с.
4. Акт приемки и протокол приемочных испытаний экскаватора-дреноукладчика ЭТЦ-2011. - ПО ТАЛЛЭКС, 1987. - 34 с.
5. Ефремов, А.Н. Лазерная техника в мелиоративном строительстве / А.Н.Ефремов, А.К.Камальдинов, А.И.Мармалев, В.Г. Самородов. - М.: Агропромиздат, 1989 – 223 с.
6. Справочник. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение. - М.: «Ассоциация Экоств», 2001.
7. Миронов, В.И. Комплексно-механизированные технологии строительства закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения узкотраншейным способом. Автореферат дисс. ... докт. техн. наук /В.И. Миронов. -ФГОУ «НГМА». – Новочеркасск, 2004. - 51 с.
8. Ефремов, А.Н. Планировка земель с применением лазерных систем /А.Н. Ефремов. -М.: ООО «Литера-Принт», 2014. - 130 с.

References

1. Temporary recommendations for the design and construction of a closed drainage made of plastic pipes using a trenchless drainage system MD-4 with a tractor MD-5. Ministry of Water Management of the USSR, Glavnchernozemvodstroy, Lengiprovodkhoz, Leningrad, 1978, 65 p.
2. Tomin, E.D. Trenchless construction of closed drainage / E.D. Tomin. - M: "Kolos", 1981. - 240 p.
3. Advanced technology of mechanized construction of closed drainage. Technical instructions. StavNIIGiM. - Stavropol, 1986. - 63 p.
4. The acceptance certificate and the protocol of acceptance tests of the excavator-drainer ETC-2011. - ACCORDING TO TALLEX, 1987. - 34 p.
5. Efremov, A.N. Laser technology in reclamation construction / A.N. Efremov, A.K. Kamaldinov, A.I. Marmalev, V.G. Samorodov. - M.: Agropromizdat, 1989 – 223 p.

6. The reference book. Land reclamation and water management. Drainage. - M.: "Association of Ecost", 2001.
7. Mironov, V.I. Complex mechanized technologies for the construction of closed horizontal drainage in the irrigation zone by a narrow trench method. Abstract of the dissertation. ... doct. Technical sciences / V.I. Mironov. - FGOU NGMA. – Novocherkassk, 2004. - 51 p.
8. Efremov, A.N. Land planning using laser systems / A.N. Efremov. - M.: Litera-Print LLC, 2014. - 130 p.

УДК631.587

DOI 10.37738/VNPIGIM.2024.56.33.063

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ НА ПУТИ РАЗВИТИЯ «ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ, ОСНОВАННОГО НА ГЕОДАННЫХ» – ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

^{1,2}Зейлигер А.М., доктор биологических наук, кандидат технических наук

³Ермолаева О.С.

¹ Институт водных проблем РАН, г. Москва, Российская Федерация

²ООО «ИНТУИТ-ГЕО», 125239, г. Москва, Российская Федерация

³Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Цель статьи состоит в анализе технологического разрыва, наблюдаемого в орошаемом земледелии, а также обсуждении путей и методов его преодоления на основе геоданных. Под технологическим разрывом в орошаемом земледелии понимается значимое отставание существующих практик мониторинга, контроля и управления состоянием орошаемых агроценозов от практик, основанных на современных технологиях, подходах и методах, которое можно назвать как «орошаемое земледелие, основанное на геоданных». Отмечается, что существующий разрыв является препятствием к развитию и совершенствованию технологий, направленных на увеличение урожайности и водозффективности орошаемых агроценозов, а также на целенаправленное движение в направлении достижения нейтральности этих технологий по отношению к качеству окружающей среды. Для преодоления этого разрыва предлагается внедрять в орошаемое земледелие подходы и решения, основанные на получении, формировании, обработке и анализе геоданных, отражающих прошлое и текущее состояние орошаемых агроценозов, а также отвечающих за их прогнозные состояния. При этом указывается, что указанные отдельные этапы управления геоданными основаны на сочетании подходов, методов и технологий Географических Информационных Систем (ГИС), Дистанционного Зондирования Земли (ДЗЗ), Глобальных Навигационных Спутниковых Систем (ГНСС), а также Искусственного Интеллекта (ИИ). Отсутствие соответствующих компетенций у специалистов отрасли не позволяет внедрять имеющиеся и перспективные решения, основанные на геоданных. Это приводит к увеличению не только технологического разрыва, но и к разрыву поколений. Цель этой статьи состоит в обсуждении результатов исследований по разработке современных эффективных методов управления орошением агроценозов на основе управления геоданными, формируемыми сочетанием технологий ГИС-ДЗЗ-ГНИСС-ИИ, для ведения эффективного устойчивого орошаемого земледелия, а также акцентировать внимание на существующем технологическом разрыве и необходимости его преодоления за счет освоения соответствующих компетенций.*

***Ключевые слова:** орошение, агроценозы, влагозапасы, влажность почвы, геоданные, суммарное испарение, вегетационные индексы, плодородие, ГИС, ДЗЗ, ГНСС, искусственный интеллект, машинное обучение*