

УДК 631.67.03: 631.95
AGRIS: F06

**ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ
С УЧЕТОМ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ**

**ASSESSING THE SUITABILITY OF DRAINAGE WATER FOR IRRIGATION
IN VIEW OF SOIL-MELIORATIVE CONDITIONS**

©**Васильев Д. Г.**,

*Российский научно-исследовательский
институт проблем мелиорации,
г. Новочеркасск, Россия, dim-vasilev@yandex.ru*

©**Vasiliev D.**,

*Russian scientific research institute of land improvement problems,
Novocherkassk, Russia, dim-vasilev@yandex.ru*

©**Домашенко Ю. Е.**,

*канд. техн. наук
Российский научно-исследовательский
институт проблем мелиорации,
г. Новочеркасск, Россия, domachenko_u@list.ru*

©**Domashenko Yu.**,

*Ph.D., Russian scientific research institute
of land improvement problems,
Novocherkassk, Russia, domachenko_u@list.ru*

©**Васильев С. М.**,

*д-р техн. наук
Российский научно-исследовательский
институт проблем мелиорации,
г. Новочеркасск, Россия, prof-vasilev-73@mail.ru*

©**Vasiliev S.**,

*Dr. habil., Russian scientific
research institute of land improvement problems,
Novocherkassk, Russia, prof-vasilev-73@mail.ru*

Аннотация. Целью работы являлась оценка пригодности дренажно-сбросных вод для орошения с учетом почвенно-мелиоративных условий. Оценка пригодности дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных угодий проводится с учетом показателей, характеризующих свойства почв и веществ, поступающих в почву в процессе сельскохозяйственного производства — азота, калия, фосфора, кальция, магния, хлоридов и сульфатов. Изучение химического состава дренажного стока проводилось на территории Семикаракорского района Ростовской области у ИП Анастасиадис. В границах исследуемого участка реализуется овощной севооборот: лук — средняя капуста — картофель — поздняя капуста. В 2017 г. на территории участка выращивался лук. Для прогнозирования степени загрязнения дренажно-сбросных вод необходимо изучить динамику минерализации и состава почвенных растворов и ППК, механизм выноса удобрений. Как показали расчеты, концентрация биогенных элементов, на примере азота, в дренажно-сбросных водах зависит

от доз удобрений, степени усвояемости их почвой и почвенно–мелиоративных условий участка.

Abstract. The purpose of the work was to assess the suitability of drainage and discharge waters for irrigation, taking into account soil-reclamation conditions. Assessment of the suitability of drainage water for irrigation of agricultural land is carried out taking into account the indicators characterizing the properties of soils and substances entering the soil during agricultural production — nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, chlorides and sulfates. The study of the chemical composition of drainage outflow was carried out on the territory of Semikarakorskii district of Rostov region near Anastasiadis farm. Within the boundaries of the study area is implemented vegetable crop rotation: onion — medium cabbage — potatoes — late cabbage. In 2017, onion was grown on the territory of the plot. To predict the degree of pollution of drainage and discharge waters it is necessary to study the dynamics of mineralization and composition of soil solutions and soil absorbing complex, the mechanism of fertilizer removal. Calculations showed that the concentration of biogenic elements, for example nitrogen, in drainage and discharge waters depends on the doses of fertilizers, the degree of digestibility of their soil and soil-meliorative conditions of the site.

Ключевые слова: дренажно-сбросные воды, пригодность, показатели, почвы, удобрения.

Keywords: drainage and discharge waters, suitability, indicators, soils, fertilizers.

Введение

Согласно Указу Президента РФ «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», сложившиеся ситуация с качеством воды в водных объектах продолжает быть острой, так как объемы сбросов промышленных и бытовых сточных вод, поверхностных стоков вод с сельскохозяйственных угодий продолжают расти (1). Так, 19% сточных вод сбрасывается в водные объекты без очистки, 70% недостаточно очищенными и только 11% — очищенными до установленных нормативов допустимых сбросов. Сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод провоцирует рост количества загрязнений в поверхностных и подземных водах и их накопление в донных отложениях. Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод, повышение качества воды в загрязненных водных объектах, восстановление водных экосистем предлагается использовать дренажно-сбросные воды, формирующиеся в пределах сельскохозяйственных земель, в качестве поливной воды после предварительной подготовки. Для обоснования выбора технологии подготовки дренажно-сбросных вод необходимо провести их комплексную агроэкологическую оценку [1].

Целью работы являлась оценка пригодности дренажно-сбросных вод для орошения с учетом почвенно-мелиоративных условий.

Материалы и методы

Изучение химического состава дренажного стока проводилось на территории Семикаракорского района Ростовской области у ИП Анастасиадис. Геологическое строение участка изысканий делювиальные глинистые и аллювиальные песчаные отложения верхнечетвертичного возраста. Почвы представлены черноземами южными, характеризующиеся как не засоленные и не подверженные ощелачиванию. содержание азота нитратного, который является основным элементом питания растений. Содержание нитратного азота в почве соответствует низкой обеспеченности и в среднем не превышает 6 мг/кг.

В границах исследуемого участка реализуется овощной севооборот: лук—средняя капуста—картофель—поздняя капуста. В 2017 г. на территории участка выращивался лук.

Урожайность при внесении минеральных удобрений в дозе N₁₄₀P₁₅₀ составила 40 т/га, тогда как без внесения удобрений и орошения она не превысила 12 т/га [2].

Глубина залегания грунтовых вод составляла в период исследования 3,0-3,5 м. Дренаж на участке имеет глубину заложения от 2,6-3,7 м, междренные расстояния 240-200 м.

Отбор проб производился из коллекторов дренажной сети в теплый период года (с мая по октябрь). В пробах определялось содержание рН, сухой остаток, HCO₃⁻, Cl, SO₄, Ca, Mg, Na, медь, железо.

Физико-химический состав исследуемых дренажно-сбросных вод представлен в Таблице.

Таблица.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИССЛЕДУЕМЫХ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД

Cl, г/дм ³	SO ₄ ²⁻ , г/дм ³	HCO ₃ ⁻ , г/дм ³	Ca ²⁺ , г/дм ³	Mg ²⁺ , г/дм ³	Na ⁺ , г/дм ³	рН	Сумма ионов, г	Сухой остаток, г	Сu, мг/дм ³	Fe, мг/дм ³
0,502	0,786	0,124	0,150	0,132	0,341	7,85	2,235	2,2	0,24	1,158

Результаты и обсуждения

Оценка пригодности дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных угодий проводится с учетом наличия следующих данных:

- состав сточных вод, в которых определен физико-химический состав;
- климатические условия района орошения;
- тип почвы: чернозем, каштановые, дерново-подзолистые, сероземы и т.д., определен их механический состав, содержание водорастворимых солей в метровом слое и 2-метровом слое, солонцеватость, наличие карбонатного горизонта, мощность гумусового горизонта, характер подстилающих слоев;
- характер грунтовых вод: глубина их залегания, физико-химический состав [3].

Для прогнозирования степени загрязнения дренажно-сбросных вод необходимо изучить динамику минерализации и состава почвенных растворов и ППК, механизм выноса удобрений.

В работах С. Ф. Аверьянова, Л. М. Рекса, И. П. Айдарова предложена математическая модель переноса не сорбирующих ионов хлора и совместного переноса ионов Na, Ca, Mg [4]:

$$m_i \frac{\partial C_i}{\partial t} = D_i^* \frac{\partial C_2}{\partial x_2} - V(t) \frac{\partial C_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i}{\partial t}, \quad i = 1, 2, 3...n; \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{N_1}{\sqrt{N_2}} &= K_{11} + K_{12} \frac{C_1}{\sqrt{C_2}}; \\ \frac{N_1}{\sqrt{N_3}} &= K_{21} + K_{22} \frac{C_1}{\sqrt{C_3}} \\ N_1 + N_2 + N_3 &= N_0(x) \end{aligned} \quad (2)$$

$$t = 0; C_i(x, 0) = C_{i0}(x); N_i(x, 0) = t \geq 0 \begin{cases} x = 0 (C_i - C_{in}) \\ V(t) = \left(\frac{\partial C_i}{\partial x}\right) \\ x = l \frac{\partial C_i}{\partial x} = 0. \end{cases} \quad (3)$$

где $C_i(x, t)$ и $N_i(x, t)$ — содержание ионов Na, Ca, Mg соответственно в почвенном растворе и почвенном поглощающем комплексе в точке x от поверхности земли в момент времени t , ммоль/100 г;

C_{i0} и N_{i0} — то же в начальный момент времени t , ммоль/100 г;

C_{in} — минерализация оросительной воды, ммоль/100 г;

$N_0(x)$ — сумма катионов в ППК, ммоль/100 г;

m_i — эффективная пористость, относ. величина;

D_i^* — коэффициент конвективной диффузии, м²/сут;

V — скорость фильтрации, м/сут;

λ — параметр гидродисперсии, м;

l — мощность слоя почвы, м;

k_{ij} — коэффициент изотерм сорбции.

Приведенные уравнения (1-3) позволяют описать динамику рассматриваемых ионов в почвенном растворе и ППК. Используя приведенные зависимости, с учетом данных по интенсивности промывного режима и зависимости химического состава природных вод от их общей минерализации, можно определить пригодность дренажно-сбросных вод для орошения в заданных природно-климатических условиях. Но предлагаемая методика довольно трудоемка, поэтому рассмотрим в качестве альтернативы методику, описывающую миграцию удобрений в профили почвы.

Авторами Э. И. Бредихиной, Л. М. Статниковой предложена методика расчета выноса удобрений с дренажно-сбросными водами. Для вегетационного периода предложено следующее уравнение по расчету выноса удобрений [5]:

$$B_{др} = \left\{ (A - U_{np} \cdot B_{ур}) + (П - U_{бп} \cdot B_{ур} - N_{нитр}) \right\} K_g / 100 \cdot K_p \quad (4)$$

где $B_{др}$ — вынос удобрений с дренажно-сбросными водами, кг/га;

A — количество удобрений, внесенных под культуру, кг/га;

U_{np} — прибавка урожая, ц/га;

$B_{ур}$ — вынос питательных веществ с урожаем, кг/га с 1 ц;

$П$ — содержание подвижных форм питательного вещества в почве, кг/га;

$U_{бп}$ — урожай продукции, полученный без внесения удобрений, ц/га;

$N_{нитр}$ — нитрифицирующая способность почвы, кг/га;

$K_g / 100$ — коэффициент выщелачивания питательного вещества в глубь почвенного горизонта;

K_p — коэффициент выщелачивания, определяющий вымывание веществ удобрений в дренажно-сбросные воды, вес. ед. (принимается 0,8).

Коэффициент выщелачивания описывается следующей зависимостью:

$$K_e = 100 \cdot [K_c + S_{\text{ммп}} \cdot 100 / (A + П)] \quad (5)$$

где K_c — количество питательных веществ сорбируемой почвой, % (принимается 38%);

$S_{\text{ммп}}$ — поглощение питательных веществ почвенными микроорганизмами, кг/га;

$A + П$ — содержание питательных веществ в удобрениях и почве, кг/га.

Рассмотрим вынос удобрений для условий исследуемого участка и с учетом вида культуры — лука и его урожайности в 400 ц/га, при этом прибавка урожая $U_{\text{np}} = 25$ кг/га. Определим, что вынос питательных веществ с урожаем составит 4,4 кг/га, при содержании питательного вещества (азота) в почве $П = 250$ кг/га, дозе минеральных удобрений по азоту 140 кг/га, нитрифицирующая способность почвы 40 кг/га.

Тогда, $B_{\text{op}} = \{[(140 - 25 \cdot 4,4) + (250 - 12 \cdot 4,4 - 40) \cdot 0,306] \cdot 0,8 = 46,5 \text{ кг/га}$.

Расчет концентрации удобрений в дренажно-сбросных водах можно провести по формуле:

$$B_{\text{op.m}} = 10^4 \cdot B_{\text{op}} / M_{\text{op}} \cdot T \cdot 864 \quad (6)$$

где $B_{\text{op.m}}$ — содержание удобрений в дренажно-сбросных водах, мг/дм³;

M_{op} — модуль дренажного стока, л/(с·га);

T — расчетный период, сут.

При условии, что модуль дренажного стока составит 0,5 л/(с·га) и расчетный период — 150 суток концентрация азота в дренажно-сбросных водах в вегетационном периоде будет равна:

$$B_{\text{op.m}} = 10^4 \cdot 46,5 / 0,5 \cdot 150 \cdot 864 = 7 \text{ мг/дм}^3.$$

Как показали расчеты, концентрация биогенных элементов в дренажно-сбросных водах зависит от доз удобрений, степени усвояемости их почвой и почвенно-мелиоративных условий участка.

Выводы

1. Оценка пригодности дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных угодий проводится с учетом показателей, характеризующие свойства почв и веществ, поступающих в почву в процессе сельскохозяйственного производства — азота, калия, фосфора, кальция, магния, хлоридов и сульфатов.

2. Приведенные эмпирические уравнения (1-3) позволяют описать динамику рассматриваемых ионов в почвенном растворе и ППК. Используя приведенные зависимости, с учетом данных по интенсивности промывного режима и зависимости химического состава природных вод от их общей минерализации, можно определить пригодность дренажно-сбросных вод для орошения в заданных природно-климатических условиях.

3. Как показали расчеты, концентрация биогенных элементов, на примере азота, в дренажно-сбросных водах зависит от доз удобрений, степени усвояемости их почвой и почвенно-мелиоративных условий участка.

Источники:

(1). О стратегии экологической безопасности российской федерации на период до 2025 года: указ Президента РФ от 19.04.2017 №176 // Собрание законодательства РФ. 2017. №17. ст. 2546.

Список литературы:

1. Domashenko Y., Vasilyev S. Agroecological Substantiation for the Use of Treated Wastewater for Irrigation of Agricultural Land // *Journal of Ecological Engineering*. 2018. V. 19. №1. С. 48-54.

2. Бабичев А. Н., Бабичева Е. А. Особенности возделывания лука репчатого на орошаемых землях Ростовской области // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. №65. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/02.pdf>.

3. Щедрин В. Н., Васильев С. М. Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга Европейской территории России. Новочеркасск: Лик, 2011. 435 с.

4. Айдаров И. П., Королько А. И. Оценка пригодности коллекторно-дренажных вод для орошения // *Гидротехника и мелиорация*. 1982. №11. С. 76-78.

5. Бредихина Э. И., Статникова Л. М. Прогнозирование выноса минеральных удобрений дренажным стоком // *Гидротехника и мелиорация*. 1978. №6. С. 110-111.

References:

1. Domashenko, Y., & Vasiliev, S. (2018). Agroecological Substantiation for the Use of Treated Wastewater for Irrigation of Agricultural Land. *Journal of Ecological Engineering*, 19, (1), 48-54.

2. Babichev, A. N., & Babicheva, E. A. (2011). Features of cultivation of onions on irrigated lands of the Rostov region. *Politic network electronic electronic journal of the Kuban State Agrarian University*, (65).

3. Shchedrin, V. N., & Vasiliev, S. M. (2011). Theory and practice of alternative types of irrigation of chernozems in the south of the European territory of Russia. Novochockassk, Lik

4. Aidarov, I. P., & Korolko, A. I. (1982). Assessment of the suitability of collector-drainage water for irrigation. *Hydrotechnics and Reclamation*, (11). 76-78

5. Bredikhina, E. I., & Statnikova, L. M. (1978). Forecasting of the removal of mineral fertilizers by drainage drainage. *Hydrotechnics and melioration*, (6). 110-111

*Работа поступила
в редакцию 12.02.2018 г.*

*Принята к публикации
16.02.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Васильев Д. Г., Домашенко Ю. Е., Васильев С. М. Оценка пригодности дренажно-сбросных вод для орошения с учетом почвенно-мелиоративных условий // *Бюллетень науки и практики*. 2018. Т. 4. №3. С. 63-68. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/vasiliev-domashenko> (дата обращения 15.03.2018).

Cite as (APA):

Vasiliev, D., Domashenko, Yu., & Vasiliev, S. (2018). Assessing the suitability of drainage water for irrigation in view of soil-meliorative conditions. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (3), 63-68