

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья
УДК 631.6: 633.2.03

doi:

**ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЧЕРНОЗЕМОВ
В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАВОЛЖСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

Наталья Михайловна Троц¹✉, Оксана Васильевна Горшкова²

¹Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

²Волжский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт по землеустройству, Самара, Россия

¹troz_shi@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

²we-so63@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7743-8831>

Цель исследований – разработка способов восстановления плодородия черноземов, нарушенных в результате химической деградации, для использования в сельскохозяйственном обороте. Основная причина уменьшения площади сельскохозяйственных угодий – процессы деградации земель. Степень химической деградации зависит от состава, концентрации и активности загрязняющих веществ, режима хозяйственного использования территории. Проблема загрязнения почв сельскохозяйственного назначения в Поволжском регионе в результате нефтедобычи определяет особенности их рекультивации. Исследования проводились в 2019-2021 гг. на черноземах типичных среднегумусных маломощных слабосмытых легкоглинистых. Исследованиями выявлено присутствие анионов Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, и катионов Na⁺, Mg²⁺ и Ca²⁺. Количественное присутствие ионов натрия и хлора свидетельствует о хлоридном типе засоления и очень сильной степени засоления. Содержание органического вещества в виде гумуса на загрязненном участке – 4,7-5,1%, на фоновых землях – 3,5%, реакция среды почвенного раствора нейтральная (рН 6,3), фоновой почвы – слабощелочная (рН 7,1), содержание подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Hg) находится в пределах ПДК. Содержание подвижных форм тяжелых металлов (Cu, Zn, Co и Mn) находится в пределах ПДК. По результатам агрохимических анализов на нарушенном и загрязненном участке площадью 0,0622 га принято два способа восстановления почвы: технический и биологический. Согласно полученным расчетам для проведения рекультивационных работ потребуется 6,22 т/га органических удобрений, 0,28 ц минерального удобрения (нитрофоска), по 0,622 кг семян многолетних трав (пырей, житняк, донник), 18,99 т/га фосфогипса.

Ключевые слова: черноземы, деградация, минерализация, пластовые воды, агрохимические показатели, рекультивация, экономическая оценка.

Для цитирования: Троц Н. М., Горшкова О. В. Особенности сельскохозяйственной рекультивации при химической деградации черноземов в степной зоне Заволжской провинции // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №4. С. 10–16. doi:

AGRICULTURE

Original article

**SPECIFIC FEATURES OF AGRICULTURAL RECULTIVATION DURING CHEMICAL
DEGRADATION OF CHERNOZEM IN THE STEPPE ZONE OF ZAVOLGA PROVINCE**

Natalia M. Trots¹✉, Oksana V. Gorshkova²

¹Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

²Volga Research and Design and Survey Institute for Land Management, Samara, Russia

¹troz_shi@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

²we-so63@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7743-8831>

The purpose of the research is developing ways for restoring chernozem fertility, damaged as a result of chemical degradation, for agricultural purpose. Main reason for the decrease of agricultural land is land degradation. The degree of chemical degradation depends on the composition, concentration and activity of pollutants, conditions of economic use of the territory. The problem of contamination of agricultural soils in the Volga region as a result of oil production determines specific reclamation activities. The studies were conducted during 2019-2021 years on chernozems of typical medium-humus shallow slightly washed light clay. Studies have revealed the presence of Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- anions, and Na^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+} cations. The quantitative presence of sodium and chlorine ions indicates chloride very high degree of salinization. The content of organic matter in the form of humus on the contaminated site is 4.7-5.1%, on background lands – 3.5%, the reaction of the soil solution medium is neutral (pH 6.3), the background soil is slightly alkaline (pH 7.1), the content of mobile forms of heavy metals (Pb, Hg) is within the MPC.

According to the results of agrochemical analyses for a disturbed and polluted area of 0.0622 hectares, two ways of soil restoration were adopted: technical and biological. According to the calculations obtained, 6.22 t/ha of organic fertilizers, 0.28 t of mineral fertilizer (nitrophosk), 0.622 kg of seeds of perennial grass (wheatgrass, crested grass, sweet clover), 18.99 t/ha of phosphogypsum are required for restoration work.

Keywords: chernozems, degradation, mineralization, formation waters, agrochemical indicators, reclamation, economic assessment.

For citation: Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2021). Specific features of agricultural recultivation during chemical degradation of chernozem in the steppe zone of Zavolga province. *Izvestia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 10–16. (In Russ.). [doi:](#)

Основной причиной уменьшения площади сельскохозяйственных угодий являются процессы их деградации [2, 5]. Химическая деградация зависит от состава, концентрации и активности загрязняющих веществ, режима хозяйственного использования территории. Началом процесса деградации является поступление загрязняющих веществ в сосредоточенный сброс [1, 3]. Проблема загрязнения почв сельскохозяйственного назначения в Поволжском регионе в результате процессов нефтедобычи является актуальной и определяет особенности процессов их рекультивации [6, 7, 8].

Цель исследований – разработка способов восстановления плодородия черноземов, нарушенных в результате химической деградации, для использования в сельскохозяйственном обороте.

Задачи исследований – оценить уровень основных агрохимических показателей нефтепродуктов, высокоминерализованных пластовых вод, тяжелых металлов в черноземных почвах площадью 0,0622 га при их загрязнении, произошедшем в результате прорыва нефтепровода.

Материал и методы исследований. В 2019-2021 гг. проводилось комплексное агрохимическое обследование земельного участка в районе кустовых насосных станций (КНС) Дмитриевского месторождения КНС-9 и КНС-10 в границах Кинель-Черкасского района Самарской области, площадью 0,0622 га.

Почвенные разрезы закладывались таким образом, чтобы охватить все формы рельефа и участки предполагаемого засоления и загрязнения. Координирование земельного участка осуществлялось по внешней границе с помощью прибора GPSmap 60Сх – GARMIN. Смешанные образцы отбирались методом конверта на площадке 20×20 м. Всего на исследованной территории было отобрано 3 образца для проведения лабораторных испытаний: 1 разрез был заложен на глубину 0-60 см, из которого отобрано 2 почвенных образца. Кроме того был отобран 1 смешанный образец (из 5 точечных проб). На фоновой почве отобран 1 образец на глубине 0-20 см. Почвенные образцы просушивались до воздушно-сухого состояния и направлялись в аккредитованную лабораторию. Лабораторные анализы выполнялись в лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Самарская», имеющей «Аттестат аккредитации испытательной лаборатории (центра) в системе аккредитации аналитических лабораторий (центров)» (№РОСС RU.0001.510565, выдан 10.08.2016 г., дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 22.04.2015 г.).

Результаты лабораторных анализов образцов почв из разрезов и смешанных образцов, взятых на нарушенных и загрязненных почвах, сравнивались с показателями фоновой почвы. Химизм и степень засоления почв определялись по данным анализа водной вытяжки. Тип засоления определялся составом анионов и катионов в характеризуемом слое или горизонте по классификации

Н. И. Базилевича и Е. И. Панковой [4].

Результаты исследований. В результате производственной деятельности произошло загрязнение почвы высокоминерализованными пластовыми водами и тем самым причинен вред почвам как объекту окружающей среды на площади 622 м². По природно-сельскохозяйственному районированию страны исследуемая территория находится в степной зоне Заволжской провинции. Почвенный покров представлен черноземами типичными, расположенными на вершинах водоразделов и склонах различной экспозиции. Почвообразующими породами для них послужили элювиальные и делювиальные глины и суглинки. Тип деградации – химическая. Уровень загрязнения химическими веществами (токсичными солями) очень высокой степени.

Характеристика почв по содержанию гумуса, мощности гумусового горизонта, рН солевой вытяжки, механическому составу, содержанию подвижного фосфора и обменного калия представлена в таблице 1. Данные приводятся по результатам почвенного обследования, проведенного в 2003 г. ОАО «ВолгоНИИгипрозем». Контрольные разрезы для взятия образцов почв закладывались из расчета 5 разрезов на 1 тыс. га равномерно по территории хозяйства по видам сельскохозяйственных угодий. В случае, если точка заложения разреза удалена от места прохождения трассы более чем на 500 м, характеристика почвенной разновидности приводилась по ближайшему разрезу, заложённому на данной почвенной разновидности.

Таблица 1

Фоновые агрохимические показатели черноземов степной зоны Заволжской провинции

Почва	Содержание гумуса, %	Мощность гумусового горизонта, см	рН солевой вытяжки	Физическая глина, %	Емкость поглощения мг/экв. на 100 г
Чернозем типичный среднегумусный маломощный слабосмытый легкоголистый	6,4	40	6,6	-	42

Содержание гумуса в верхнем горизонте 6,4%. Мощность гумусового горизонта 40 см. Реакция почвенной среды близкая к нейтральной (рН 6,6). Емкость поглощения 42 мг/экв. на 100 г почвы (табл. 1). Тип засоления определяется составом анионов и катионов в характеризуемом слое или горизонте по классификации Н. И. Базилевича и Е. И. Панковой 1968 года. Основываясь на полученной картине солевого режима почв, можно сделать вывод, что в почве на участке в формировании солевого режима принимают участие анионы: Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, и катионы: Na⁺, Mg²⁺ и Ca²⁺ (табл. 2).

Таблица 2

Содержание ионов в почве по генетическим горизонтам черноземов, подвергшихся осолонцеванию

Глубина взятия образца, см	рН	мМоль на 100 г почвы								Плотный остаток, %
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
0-20	7,7	0	-	-	-	-	-	6,30	0,35	-
20-40	7,3	0	0,25	16,0	0,58	0,25	0,13	16,6	0,04	1,123
0-20	8,1	0	0,50	0,24	0,34	0,50	0,50	0,35	0,03	0,099

Степень, химизм засоления и наличие солонцеватости в разрезе по участкам и точкам отбора образцов приведен в таблице 3.

В результате лабораторных исследований установлено, что водорастворимые соли присутствуют по всему профилю заложённого разреза, присутствуют повышенные количества ионов Cl⁻

и Na⁺. По количественному содержанию водорастворимых солей определен хлоридный тип засоления очень сильной степени, поскольку хлоридного аниона содержится больше остальных, из катионов преобладает ион Na⁺. По содержанию обменного натрия – почвы участка обследования малонатриевые. Преобладающей в растворе водной вытяжки является соль NaCl – самая токсичная по воздействию на растительность. При таком количестве токсичные соли оказывают отрицательное воздействие на рост и развитие растений. При длительном испытании почвы наличием данных солей происходит процесс осолонцевания.

Таблица 3

Степень, химизм засоления и наличие солонцеватости черноземов степной зоны
Заволжской провинции

Площадь участка, га	Номер точки отбора образца (глубина взятия образца)	Тип засоления	Степень засоления	Степень солонцеватости
0,0622	1 р* (0-20)	Хлоридный	Очень сильнозасоленные	Малонатриевые (содержание Na от емкости поглощения 16%)
	1 р (40-60)	Хлоридный	Очень сильнозасоленные	Малонатриевые (содержание Na от емкости поглощения 16%)
	2 с** (0-20)	-	-	-
	3 ф*** (0-20)	Засоление отсутствует		

Примечание: * – «р» – почвенный образец взят с разреза; ** – «с» – смешанный образец; *** – «ф» – образец взят на фоновой ненарушенной почве.

При оценке степени загрязнения земель и земельных участков нефтью и нефтепродуктами в качестве допустимого уровня ранее было принято использовать значение, равное 1,0 г/кг, в соответствии с ГОСТ Р 57447-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами». Содержание нефтепродуктов на участке на глубине 0-20 см 193-260 мг/кг, на глубине 20-40 см – 76,0 мг/кг. Содержание нефтепродуктов

в почве участка обследования не превышает допустимый уровень, установленный ГОСТ Р 57447-2017, и соответствует фоновому уровню загрязнения (табл. 4).

Таблица 4

Степень загрязнения нефтепродуктами черноземов степной зоны Заволжской провинции

Площадь участка, га	Глубина взятия образца, см	Нефтепродукты, мг/кг	Уровень загрязнения почв нефтепродуктами
0,0622	1 р* (0-20)	260,0	Фоновый
	1 р (40-60)	76,0	Фоновый
	2 с** (0-20)	193,0	Фоновый
	3 ф*** (0-20)	47,0	нет

Примечание: * – «р» – почвенный образец взят с разреза; ** – «с» – смешанный образец; *** – «ф» – образец взят на фоновой ненарушенной почве.

Содержание органического вещества в виде гумуса на участке 4,7-5,1% на глубине 0-20 см и 3,0% на глубине 20-40 см, на фоновых землях – 3,5%. Реакция среды почвенного раствора на обследованном участке нейтральная (рН 6,3), на фоновой почве – слабощелочная (рН 7,1). Содержание подвижных форм тяжелых металлов (Cu, Zn, Co и Mn) находится в пределах ПДК.

Исходя из утвержденной кадастровой стоимости в границах Кинель-Черкасского района стоимость одного гектара земель составляет 35800 рублей. Исходя из полученных расчетов, кадастровая стоимость загрязненного земельного участка – 2226,76 рублей.

Расчёт стоимости затрат на проведение рекультивации и природоохранные мероприятия выполнен в ценах июня 2019 г. Показатели расчёта экономической эффективности капитальных вложений на проведение рекультивации загрязненных земель и природоохранные мероприятия представлены в таблице 5.

Таким образом, расчётная эффективность затрат на рекультивацию загрязненных земель и другие природоохранные мероприятия при производстве работ по восстановлению загрязненных земель составит 0,02 – это ниже нормативного коэффициента капитальных вложений ($En/p = 0,09$ для пастбища). Общие затраты на рекультивацию (к сроку ее окончания) составляют 118,45 тыс. руб. Состав и содержание работ по проведению рекультивации земель при последствиях загрязнения почвенного покрова на площади 622,0 кв. м. состоят из технических и биологических мероприятий по рекультивации.

Технический этап рекультивации на участке предусматривает следующие мероприятия:

планировка поверхности на общей площади 0,0622 га; плантажная вспашка на глубину до 40 см общей площадью 0,0622 га. Агротехнический этап рекультивации включает в себя комплекс мероприятий химической и механической мелиорации загрязненного участка: двукратное рыхление грунтов; внесение органических удобрений в количестве 6,22 т на площади 0,0622 га; плантажная вспашка на глубину до 40 см; дискование на площади 0,0622 га; нарезка кротовин.

Таблица 5

Показатели общей экономической эффективности капитальных вложений на проведение рекультивации черноземов степной зоны Заволжской провинции

№	Показатели	Формула расчета или условное обозначение	Единицы измерения	Количественное значение показателей
1	Рекультивируемая площадь, всего	S	га	0,0622
	пашня	S_1	га	-
	пастбище	S_2	га	0,0622
2	Эколого-экономический результат	$ЭЭР$	тыс. руб.	2,227
3	Капитальные вложения (К. В.) на рекультивацию:			0,46
	- технический этап	K_m	тыс. руб.	
	- биологический этап	K_b	тыс. руб.	117,99
4	Общие затраты на рекультивацию, всего	$K_{рек} = K_T + K_b$	тыс. руб.	118,45
5	Эффективность капиталовложений на рекультивацию	$Э = ЭЭР / K_{рек}$		0,02

Наибольшая скорость разложения нефти наблюдается при внесении удобрений, так как они значительно улучшают пищевой режим загрязнённой почвы. Наиболее эффективным является совместное внесение органических и минеральных удобрений, которое обуславливает дополнительное ускорение минерализации нефти на 4-12% по сравнению с раздельным их использованием.

На участке площадью 0,0622 га принято восстановление земель под пастбище. С этой целью на участке приняты следующие мероприятия: дискование земель на площади загрязненных земель 0,0622 га; внесение минеральных удобрений в количестве 0,28 ц (норма внесения 4,5 ц/га); вспашка земель в два следа на глубину 40 см; предпосевная культивация почвы в двух направлениях на площади 0,0622 га; боронование почвы в двух направлениях на площади 0,0622 га; посев многолетних трав: донник – 0,622 кг, житняк – 0,622, пырей – 0,622 га; прикатывание почвы до и после посева. Расчет потребности в материалах приведен в таблице 6.

Таблица 6

Расчет потребности в материалах для рекультивации черноземов степной зоны Заволжской провинции

Площадь участка, га	Норма внесения и высева					Потребность				
	Органические удобрения, т/га	Минеральные удобрения, ц	Семена многолетних трав, кг/га			Органические удобрения, т	Минеральные удобрения, ц	Семена многолетних трав, кг		
			Нитрофоска	Пырей	Житняк			Донник	Нитрофоска	Пырей
0,0622	100	4,5	10	10	10	6,22	0,28	0,622	0,622	0,622

Химическая мелиорация проводится на участке площадью 0,0622 га, на котором отмечено засоление пластовыми водами. При внесении гипса в почву происходит замещение в почвенном поглощающем комплексе обменного натрия на кальций. Норму внесения гипса устанавливают по содержанию обменного натрия в почве по формуле К. К. Гедройца:

$$D = \frac{0,086 \cdot (Na - 0,05E) \cdot h \cdot d_v \cdot 100}{DB}$$

где D – доза гипса, т/га; 0,086 – значение 1 мг-экв. гипса;

Na – содержание обменного натрия, мг-экв. на 100 г почвы;

E – емкость обмена, мг-экв. на 100 г почвы;

0,05 – количество обменного натрия (% от емкости обмена), не оказывающее отрицательного влияния на свойства почвы и оставляемое в ППК;

h – мощность мелиорируемого слоя, см;

d_v – плотность сложения мелиорируемого слоя, г/см³;

DB – содержание CaSO₄·2H₂O в мелиоранте, %.

В качестве мелиоранта применяется фосфогипс, который является крупнотоннажным отходом производства двойного суперфосфата и преципитата. Представляет собой очень тонкий порошок серого или белого цвета, содержащий 75-85% гипса, 0,5-0,6% фосфорной кислоты, 5-6% глины и воду. Фосфогипс гораздо дешевле гипса, обладает высокой растворимостью, присутствие в нем водорастворимого фосфора усиливает мелиорирующий эффект.

Для расчета потребности гипса использовалась наибольшая величина обменного натрия – 6,7 мг-экв. на 100 г почвы (16% от емкости поглощения 42,0 мг-экв. на 100 г почвы), мощность мелиорируемого слоя 30 см, плотность сложения 1,2 г/см³, содержание гипса в мелиоранте – 75 %.

$$D = \frac{0,086 \times (6,7 - 0,05 \times 42,0) \times 30 \times 1,2 \times 100}{75} = 18,99 \text{ т/га.}$$

Рассчитанная доза гипса составляет 18,99 т/га. Способ внесения гипса определен следующим образом: осень под вспашку 2/3 нормы, весной под культивацию 1/3 нормы.

Заключение. В почве на исследуемом участке в формировании солевого режима принимают участие анионы Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, и катионы Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺. По присутствию и количеству водорастворимых солей в профиле почвы определен хлоридный тип засоления сильной степени, содержание Na от емкости поглощения 16% свидетельствуют о наличии процессов осолонцевания. Содержание нефтепродуктов, подвижных форм тяжелых металлов находится в пределах ПДК. По результатам агрохимических анализов на участке порыва нефтепровода принято два способа восстановления земель: технический и биологический. Расчетная эффективность затрат на рекультивацию загрязненных почв составила 118,45 тыс. руб. Согласно полученным расчетам для проведения рекультивационных работ потребуется 6,22 т/га органических удобрений, 0,28 ц минерального удобрения (нитрофоска), по 0,622 кг семян многолетних трав (пырей, житняк, донник), 18,99 т/га фосфогипса.

Список источников

1. Горшкова О. В., Троц Н. М., Чернякова Г. И. и др. Рекультивация нефтезагрязненных черноземов Среднего Поволжья : монография. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. 149 с.
2. Дербенцева А. М. Химическая деградация почв под воздействием техногенных геохимических потоков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. №3. С. 544–549.
3. Околелова А. А., Капля В. Н., Лапченков А. Г. Оценка содержания нефтепродуктов в почве // Региональные геосистемы. 2019. Т. 43, №1. С. 76–86.
4. Панкова Е. И., Турзина Т. В., Тишков А. А. Вклад Н. И. Базелевич в развитие почвенной науки // Почвоведение. 2019. № 11. С. 1283–1295.
5. Панкова Е. И., Конюшкова М. В., Горохова И. Н. О проблеме оценки засоленности почв и методике крупномасштабного цифрового картографирования засоленных почв // Экосистемы: экология и динамика. 2017. №1. С. 26–54.
6. Троц Н. М., Горшкова О. В. Рекультивация черноземов Сыртового Заволжья, нарушенных процессами нефтедобычи // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 16–22.
7. Троц Н. М., Горшкова О. В. Оценка состояния земель сельскохозяйственного назначения Самарской области, находящихся в зоне нефтедобычи // Аграрная Россия. 2018. № 4. С. 10–13.
8. Троц Н. М., Горшкова О. В. Рекультивация нефтезагрязненных кормовых угодий степного Заволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3. С. 15–21.

References

1. Gorshkova, O. V., Trots, N. M. & Chernyakova, G. I. et al. (2020). *Recultivation of oil-contaminated chernozems of the Middle Volga region*. Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).
2. Derbentseva, A. M. (2005). Chemical degradation of soils under the influence of technogenic geochemical flows. *Gornii informatsionno-analiticheskii byulleten (Mining information and analytical bulletin)*, 3, 544–549 (in Russ.).
3. Okolelova, A. A., Drop, V. N. & Lapchenkov, A. G. (2019). Assessment of the content of petroleum products in the soil. *Regionalnye geosistemy (Regional geosystems)*, 43, 1, 76–86 (in Russ.).

4. Pankova, E. I., Tursina, T. V. & Tishkov, A. A. (2019). N. I. Bazelevich's contribution to the development of soil science. *Pochvovedenie (Edaphology)*, 11, 1283–1295 (in Russ.).

5. Pankova, E. I., Konyushkova, M. V. & Gorokhova, I. N. (2017). On the problem of assessing soil salinity and the methodology of large-scale digital mapping of saline soils. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika (Ecosystems: ecology and dynamics)*, 1, 26–54 (in Russ.).

6. Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2019). Recultivation of chernozems of Syrtovy Volga region disturbed by oil production. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 16–22 (in Russ.).

7. Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2018). Assessment of agricultural lands state of the Samara region located in oil production zone. *Agramaya Rossiya (Agrarnaya Rossiya)*, 4, 10–13 (in Russ.).

8. Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2021). Recultivation of oil-polluted forage lands of the steppe Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 15–21 (in Russ.).

Информация об авторах

Н. М. Троц – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

О. В. Горшкова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий инженер.

Information about the authors

N. M. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

O. V. Gorshkova – Candidate of Agricultural Sciences, leading engineer.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.09.2021; одобрена после рецензирования 30.09.2021; принята к публикации 18.10.2021.

The article was submitted 12.09.2021; approved after reviewing 30.09.2021; accepted for publication 18.10.2021.