

evtrofnogo bolota // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. – 2015. – № 3 (31). – S. 157-176.

14. Inisheva L.I., Vinogradov V.Yu., Golubina O.A., Larina G.V., Porokhina E.V., Shinkееva N.A., Shurova M.V. Bolotnye statsionary Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. – Tomsk: Izd-vo TGPU, 2010. – 148 s.

15. Bazin E.T. Tekhnicheskii analiz torfa / Bazin E.T., Kopenkin V.D., Kosov V.I. i dr. Pod obshch. red. Bazina E.T. – M.: Nedra, 1992. – 431 s.

16. Inisheva L.I., Ivleva S.N., Shcherbakova T.A. Rukovodstvo po opredeleniyu fermentativnoy aktivnosti torfyanykh pochv i torfov. – Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 2003. – 122 s.

17. Inisheva L.I., Dyrin V.A., Larina G.V. Biologicheskaya aktivnost' torfyanykh pochv raznogo genezisa // Vestnik Altayskogo

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 9 (131). – S. 47-53.

18. Savicheva O.G. Fermentativnaya aktivnost' nizinykh torfyanykh pochv // «Bolota i biosfera»: materialy pervoy Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem Nauchnoy Shkoly. – Tomsk, 2003. – S. 143-151.

19. Porokhina E.V. Golubina O.A. Fermentativnaya aktivnost' v torfyanykh zalezakh bolota Tagan // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. – 2012. – T. 122. – № 7. – S. 171-177.

20. Sergeeva M.A., Porokhina E.V., Golubina O.A. Biologicheskaya aktivnost' torfyanykh zalezhi bolota Turochak // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. – 2013. – Vyp. 8 (136). – S. 131-137.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ: гос. задание ТГПУ № 174; гос. задание ГАГУ № 01201458966.



УДК 574:631.4:628.544(571.15)

С.В. Макарычев, Д.Ю. Эллерт
S.V. Makarychev, D.Yu. Ellert

**ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «КУЧУКСУЛЬФАТ»
БЛАГОВЕЩЕНСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ)**

**THE FEATURES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OF SOIL COVER AT SODIUM SULPHATE
PRODUCTION (CASE STUDY OF THE OAO "KUCHUKSULFAT",
BLAGOVESHCHENSKIY DISTRICT OF THE ALTAI REGION)**

Ключевые слова: экологическая ситуация, антропогенное воздействие, промышленные отходы, почво-грунты, засоление, сульфаты, хлориды.

Антропогенное влияние на различные составляющие окружающей среды в районе Кучукского месторождения минеральных солей носит комплексный характер и формируется под воздействием промышленных, сельскохозяйственных, транспортных и социально-бытовых объектов. Особенности природных и техногенных условий приводят к формированию своеобразных, зачастую уникальных особенностей геохимического фона, миграции и накопления загрязняющих веществ. При анализе химического загрязнения почвенного покрова было определено, что в химическом составе промышленных сбросов преобладают хлориды и сульфаты. Также загрязняющими

веществами для природной среды являются нефтепродукты и соединения азота, но при существующих объемах и качестве промышленных стоков их воздействие на экосистему оз. Кучук не достигает опасного уровня и не приводит к интенсивному возрастанию содержания вредных веществ в его рапе. По степени засоления почвы относятся к умеренно и интенсивно засоленным сульфатами и хлоридами. Общее содержание водорастворимых солей в поверхностном слое почв колеблется в пределах от 359 до 12543 мг/кг, что значительно отличается от фоновых значений. Установлено, что существующий уровень антропогенного влияния на почвенный покров достаточно высок лишь на узкой полосе вдоль восточного побережья оз. Селитренного, где основная причина деградации почв состоит в дефляции солей из садового бассейна под воздействием эоловых процессов.

Keywords: ecological situation, anthropogenic impact, industrial wastes, soil and subsoil, salinization, sulfates, chlorides.

The anthropogenic impact on various components of the environment in the area of the Kuchukskoye mineral salt deposit is of integrated nature and is formed by industrial, agricultural, transport and social facilities. The peculiarities of natural and technogenic conditions lead to the formation of particular and sometimes unique features of the geochemical background and pollutant migration and accumulation. The study of soil chemical contamination has found that chlorides and sulfates prevail in the chemical composition of industrial wastes. Petroleum products and nitrogen compounds are also among the pollu-

tants, but with the existing amount and quality of industrial wastes their impact on the ecosystem of the Kuchukskoye Lake does not reach a dangerous level and does not lead to intense increase in the content of harmful substances in its brine. In terms of salinity, the soils are moderately and heavily salinized with sulfates and chlorides. The total soluble salt content in soil surface layer ranges from 359 to 12543 mg kg which is significantly different from the baseline values. It has been found that the current level of anthropogenic impact on soil cover is quite high only in a narrow strip along the eastern shore of the Selitrennoye Lake where the main cause of soil degradation is salt deflation from crystallizing pond under aeoliation impact.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Эллерт Дмитрий Юрьевич, аспирант, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Ellert Dmitriy Yuryevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Антропогенное влияние на различные составляющие окружающей среды в районе Кучукского месторождения минеральных солей носит комплексный характер и формируется под воздействием ряда хозяйственных объектов: промышленных, сельскохозяйственных, транспортных и социально-бытовых. Особенности природных и техногенных условий приводят к формированию своеобразных, часто уникальных особенностей геохимического фона, миграции и накопления различных загрязняющих веществ, мобилизуемых как естественными процессами, так и извлечением полезных ископаемых.

Экологическая ситуация в Алтайском крае оценивается в целом как весьма неблагоприятная. Так, согласно работам [1, 2], а также «Государственной программе Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 годы» на данной территории преобладают площади с повышенными экологическими нагрузками, а также существенна доля участков со сложными экологическими ситуациями. Формирование негативного экологического фона в регионе связывают с последствиями ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, трансграничным загрязнением промышленных центров Северного Казахстана и местными источниками загрязнения природной среды. Таким образом, при оценке экологического состояния природ-

ной среды в районе месторождения и выявлении конкретных источников техногенного воздействия на окружающую среду и их роли в процессах ее деградации необходим учет региональных и местных особенностей состояния различных компонентов окружающей среды под воздействием природных и природно-техногенных факторов.

Объекты и методы

Объектами исследования явились каштановые почвы сухостепной зоны Алтайского края. **Цель** – анализ химического засоления почвенного покрова. **Задача** – экспериментальное определение степени засоления почвы ионами сульфатов и хлоридов. При этом были использованы следующие **методы**: получение водной вытяжки из почвы по ГОСТ 5717-70.

Содержание солей в почве: определение хлорид-ионов (Cl^-) – аргентометрическим методом по Мору; ион-сульфата (SO_4^{2-}) – весовым методом по ГОСТ 26426-85; иона кальция (Ca^{2+}) – трилонометрическим; иона (HCO_3^-) – по ОСТ 46-52-76; ионов Na^+ и K^+ – пламенно-фотометрическим; иона (Mg^{2+}) – трилонометрическим методом; общее количество солей в водной вытяжке – по ГОСТ 26423; отбор и хранение проб воды – по ГОСТ Р 51592-2000.

Содержание солей в воде (ПНД Ф 14.1): хлорид-ионов (Cl^-) – меркуриметрическим методом; ион-сульфата (SO_4^{2-}) –

гравиметрическим; нитрат-ион (NO_3^-) – фотометрическим методом с салициловой кислотой; нитрит-ионы (NO_2^-) – фотометрическим методом с использованием 4-ино-бензолсульфонамида; фосфат-ионы (PO_4^{3-}) – фотометрическим методом с восстановлением салициловой кислотой; взвешенные вещества – гравиметрическим; железо общее – фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой; ионы аммония (NH_4^+) – фотометрическим с реактивом Несслера; СПАВ – экстракционно-фотометрическим; рН – потенциометрическим, нефтепродукты – гравиметрическим методом.

Результаты исследований

Климат в районе оз. Кучук характеризуется как резко континентальный. Основные черты определяются значительными годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха, сравнительно большим количеством солнечного света, низким уровнем годовых осадков (377 мм), а также действием летних суховеев и сильных зимних буранов.

На климат района большое влияние оказывают ветра, максимальное их количество приходится на январь-март. В остальное время года количество ветров практически одинаково. Преобладающее направление ветров – южное и юго-западное (Казахстанский суховея), на них приходится 52% всех ветров.

Экологическое состояние поверхностных и подземных вод обусловлено природными и природно-техногенными факторами, важнейшие из них зональные климатические условия, особенности геологического строения и геохимического фона региона. Существенно воздействие антропогенного фактора, обычно формирующегося при комплексном участии промышленных источников загрязнения.

Поверхностные и подземные воды являются основным агентом переноса поллютантов и их накопления в конечных водоемах и почвах. Антропогенное загрязнение поверхностных и подземных вод вызывается, главным образом, золовым переносом веществ, поступающих в атмосферу с промышленными выбросами, инфильтрацией загрязненных вод из хранилищ промышленных и хозяйственных отходов, а также прямыми сбросами стоков в поверхностные водные объекты [3].

В ходе исследования были отобраны 72 пробы воды по 1,5 дм³ каждая.

Главными объектами, представляющими угрозу негативного воздействия, являются: сток очистных сооружений, сток промышленных отходов ОАО «Кучуксульфат» по временному сбросному каналу в оз. Кучук, свалка хозяйственно-бытовых отходов, оз. Кривое (шламонакопитель ОАО «Кучуксульфат»), оз. Селитренное (садовый бассейн мирабилита).

Таблица 1

Концентрация веществ в промстоках предприятия (среднее за 2015 г.), мг/л

Определяемый компонент	Сбросной канал	оз. Кучук
Сульфаты	31850,7	47042,1
Нитраты	9,015	8,400
Нитриты	0,165	0,025
PO_4^{3-} в пересчете на P	0,118	0,105
Железо общ.	0,265	0,275
Ион аммония	6,350	5,310
Хлориды	9260,45	132268,5
СПАВ	<0,015	<0,015
Плотность	1,120	1,197
рН	8,2	8,1
Нефтепродукты	0,05	0,10
Взвешенные вещества	39,8	50,6

Из данных таблицы 1 можно заметить, что в химическом составе промсбросов преобладают хлориды и сульфаты. Основными загрязняющими веществами, которые могут оказать негативное влияние на природную среду оз. Кучук, являются нефтепродукты и соединения азота. Их поступление составляет соответственно 81,9 и 9,9 т в год. При существующих объемах и качестве промышленных стоков их воздействие на экосистему оз. Кучук не достигает опасного уровня и не приводит к интенсивному возрастанию содержания загрязняющих веществ в его рапе [4, 5]. В ходе исследования было определено, что в районе Кучукского месторождения минеральных солей почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами сухих степей, что подтверждается работой Т.И. Азьмука и Л.В. Ворониной [6, 7]. Вместе с зональными почвами автоморфного ряда развития также широко распространены интразональные почвы полугидроморфного и гидроморфного рядов развития, среди которых преобладают засоленные почвы.

Почвы, распространённые в районе месторождения, испытывают острый недостаток атмосферной влаги. В условиях засуш-

ливого лета большая часть атмосферных остатков проникает в почвогрунтовую толщу на глубину не более 1 м, при этом темно-каштановые почвы супесчаного состава способны впитать до 230 мм воды в течение 1 ч, т.е. почти полугодовую норму осадков. Это практически исключает возможность образования поверхностного стока с территорий их распространения (слой весеннего стока здесь достигает не более 10 мм).

Гранулометрический состав почвогрунтов на территории исследования представлен песчаными (около 60%) и тонкодисперсными фракциями. В поверхностном слое почв (0-20 см) соотношение песчаных и тонкодисперсных фракций выше, чем в более глубоких горизонтах, что можно связать с интенсивными процессами дефляции почв в результате пылевых бурь.

Почвы района практически не используются в агропроизводстве, что связано с природными процессами, определяющими невысокое содержание в них гумуса, легкость гранулометрического состава и недостаточное атмосферное увлажнение, сельскохозяйственное освоение их малоэффективно и используется лишь под пастбища.

На значительном расстоянии (18 км от предприятия) близ села Суворовка засо-

ленность почв и грунтов невелика с содержанием водорастворимых солей от 351 до 868 мг/кг почвы, что позволяет отнести их к незасоленным. Содержание ионов основных солей в пахотном слое сухой почвы, мг/кг почвы: Cl⁻ 25; SO₄²⁻ 179; HCO₃⁻ 311; Mg²⁺ 24; Ca²⁺ 102; (Na⁺+K⁺) 92. Сумма обменных оснований колеблется от 7-9 до 21-23 мг-экв/100 г. Аналогичные показатели свойственны для всей территории Центральной Кулунды, что позволяет при оценке техногенного воздействия предприятия принимать их за фоновые.

В ходе работы было отобрано 316 проб почв из 79 точек (квадратов) с восточной стороны озера Селитренное (рис.).

Как следует из полученных данных, большая часть изученной территории характеризуется общим содержанием водорастворимых солей в поверхностном слое почвогрунтов от 359 до 12543 мг/кг, что значительно отличается от фонового значения. По степени засоления почвогрунты относятся к умеренно и интенсивно засоленным, при достаточно высоком уровне антропогенного воздействия. Определено, что в зоне исследования преобладает сульфатно-хлоридный тип засоления почв (табл. 2-4).

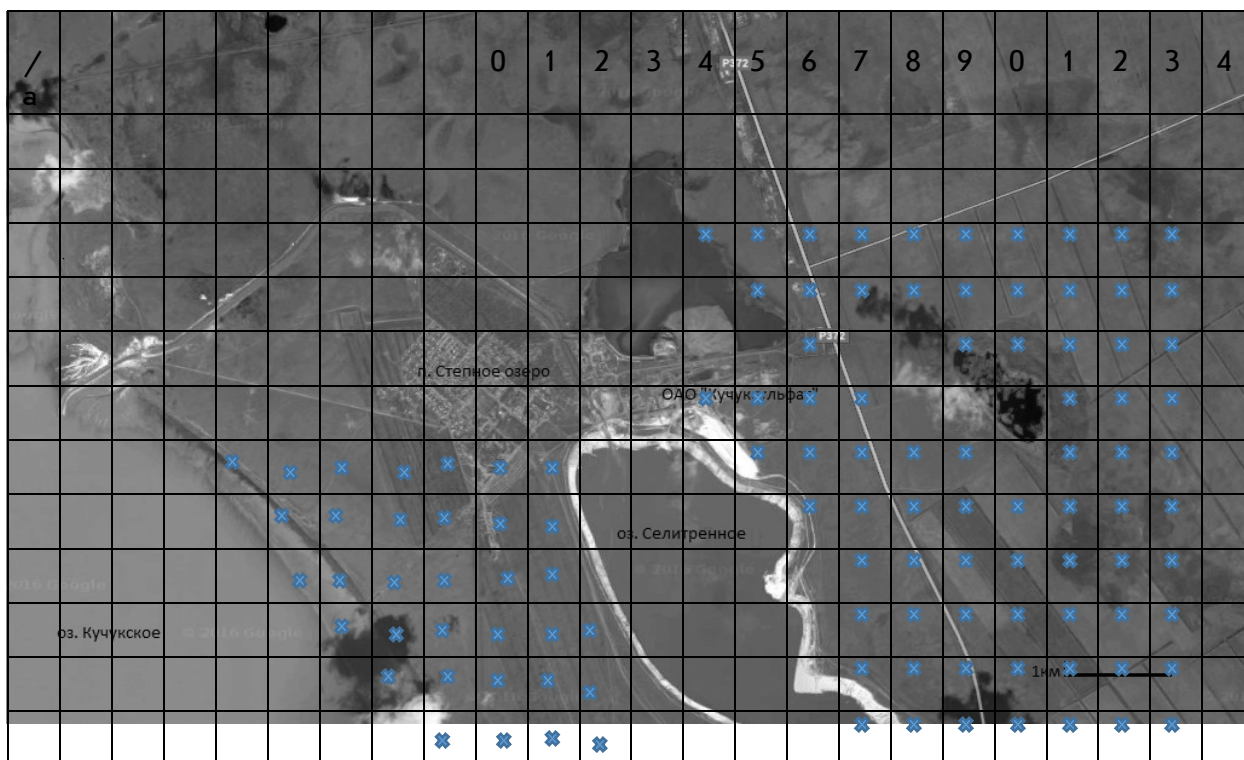


Рис. Карта района исследования

Таблица 2

Содержание ионов сульфата (SO_4^{2-}), мг/кг почвы

1/а	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Г								1688	1427	693	611	374	332	167	142	135	133
Д									1635	1640	1030	740	660	243	160	143	140
Е										2079			556	274	149	138	136
Ж								4904	4943	3201	2745				736	369	289
З	1378	1398	1543	2435	2987	3101			5189	3893	3219	2331	1999		744	384	316
И	1345	1322	1432	2346	2232	2343				5641	3859	2894	2191	1258	791	357	311
К	1324	1234	1434	2544	2345	2234				5639	4108	3339	2088	1441	585	327	193
Л		1341	1347	2435	2345	2349	3344			5427	3900	3318	2223	1480	553	324	209
М			1345	2345	2444	2344	3455			5385	3695	3277	2306	1363	624	333	220
Н				1788	2234	2345	3333				4694	4238	2964	1524	871	282	222

Таблица 3

Содержание ионов хлора (Cl), мг/кг почвы

1/а	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Г								958	810	394	347	213	188	95	81	77	75
Д									928	930	585	420	377	138	91	81	79
Е										1180			315	156	84	78	75
Ж								2215	2238	1817	1558				418	210	164
З	1754	1765	1899	2034	2543	2543			2377	2210	1827	1323	1134		422	218	179
И	1766	1795	1995	2345	2542	2533				2634	2191	1642	1243	714	449	203	177
К	1788	1799	1987	2054	2543	2534				2633	2331	1895	1185	818	332	186	109
Л		1899	1984	2019	2433	2453	2564			2512	2213	1882	1262	840	314	184	118
М			1998	2000	2356	2498	2599			2488	2097	1868	1309	774	355	189	125
Н				1999	2211	2345	2543				2664	2405	1682	865	495	217	126

На данном этапе исследования выяснено, что существующий уровень антропогенного воздействия на почвы представляется достаточно высоким лишь на узкой полосе вдоль восточного побережья оз. Селитренного, где основная причина деградации почв состоит в дефляции солей из садочного бассейна, что соответствует направлению преобладающих ветров (на северо-восток от оз. Селитренного).

В конце 80-х годов на предприятии была внедрена система пылеподавления: в теплое время года пласт мирабилита поливают высокохлоридной рапой оз. Кучук. При этом на поверхности образуется тенардитовая корка, сохраняющаяся 10-15 дней, что способствует резкому снижению пыления [8]. В настоящее время площадь пыления не превышает 15%.

Таблица 4

Общее среднее содержание солей в почво-грунтах, мг/кг почвы

	1 км	2 км	3 км	4 км	5 км
Западное побережье	11297	6337	2039	1221	667
Восточное побережье	8178	6013	4286		

Заключение

Антропогенное влияние на различные составляющие окружающей среды в районе Кучукского месторождения минеральных солей носит комплексный характер и формируется под воздействием ряда хозяйственных объектов. Особенности природных и техногенных условий приводят к формированию своеобразных особенностей геохимического фона, миграции и накоплению различных загрязняющих веществ.

Следует отметить, что в химическом составе промбросов преобладают хлориды и сульфаты, но при существующих объемах их воздействие на экосистему оз. Кучук не достигает опасного уровня и не приводит к интенсивному возрастанию содержания загрязняющих веществ в его рапе.

Большая часть исследованной территории характеризуется общим содержанием водорастворимых солей в поверхностном слое почвы от 359 до 12543 мг/кг. Преобладает сульфатно-хлоридный тип засоления.

В настоящее время уровень антропогенного воздействия достаточно высок на узкой полосе вдоль восточного побережья оз. Селитренного, где основная причина деградации почв состоит в дефляции солей из садочного бассейна.

Библиографический список

1. Винокуров Ю.И., Атавил А.А., Красноярова Б.А. и др. Экологические проблемы Алтайского края и пути их решения // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 1997. – Т. 4. – С. 117-126.
2. Дорошенкова О.П. Состояние окружающей природной среды Алтайского края // Доклад Алтайского краевого комитета экологии и природных ресурсов. – Барнаул, 1996. – С. 51-62.
3. Воробьева Л.А. Химический анализ почв / МГУ. – 1998. – С. 125-171.
4. Кашкаров О.Д. Поверхностная рапа соляных озер и ее изменения во времени // Тр. ВНИИГ. – М., 1956. – Вып. 32. – С. 56-70.
5. Малинина М.С., Мотузова Г.В. Методы получения почвенных растворов при почвенно-химическом мониторинге // Физические и химические методы исследования почв / МГУ. – 1994. – С. 86-101.
6. Азьмука Т.И., Воронина Л.В. Агроэкологические ресурсы Кулунды // Сиб. эколог. журнал. – 1994. – Т. 1. – № 5. – С. 441-451.
7. Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. – Новосибирск: Наука, 1973. – 258 с.
8. Пылеподавление оз. Селитренное // Рабочий проект. Общая пояснительная записка / ВНИИГ. – Л., 1982. – С. 21-72.

References

1. Vinokurov Yu.I., Atavil A.A., Krasnoyarova B.A. i dr. Ekologicheskie problemy Altayskogo kraya i puti ikh resheniya // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. – 1997. – Т. 4. – S. 117-126.
2. Doroshenkova O.P. Sostoyanie okruzhayushchey prirodnoy sredy Altayskogo kraya. Doklad Altayskogo kraevogo komiteta ekologii i prirodnykh resursov. – Barnaul, 1996. – S. 51-62.
3. Vorob'eva L.A. Khimicheskiy analiz pochv. – M.: MGU, 1998. – S. 125-171.
4. Kashkarov O.D. Poverkhnostnaya rapa solyanykh ozer i ee izmeneniya vo vremeni // Tr. VNIIG. – 1956. – Vyp. 32. – S. 56-70.
5. Malinina M.S., Motuzova G.V. Metody polucheniya pochvennykh rastvorov pri pochvenno-khimicheskom monitoringe // Fizicheskie i khimicheskie metody issledovaniya pochv. – M.: MGU, 1994. – S. 86-101.
6. Az'muka T.I., Voronina L.V. Agroekologicheskie resursy Kulundy // Sib. ekolog. zhurn. – 1994. – Т. 1. – № 5. – С. 441-451.
7. Panfilov V.P. Fizicheskie svoystva i vodnyy rezhim pochv Kulundinskoy stepi. – Novosibirsk: Nauka, 1973. – 258 s.
8. Pylepodavlenie oz. Selitrennoe // Rabochiy proekt. Obshchaya poyasnitel'naya zapiska. VNIIG. – L., 1982. – S. 21-72.



УДК 631.86:621.7.044

О.М. Соболева, М.М. Колосова
O.M. Soboleva, M.M. Kolosova

**ПОВЫШЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
 ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ**

**IMPROVING MICROBIOLOGICAL SAFETY
 OF ANIMAL WASTES AFTER ELECTROMAGNETIC TREATMENT**

Ключевые слова: помет куриный, навоз свиной, СВЧ-обработка, органические удобрения, микробиологическая безопасность, паразитарная безопасность.

Показана возможность использования электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) для сушки и обеззараживания таких отходов животноводства, как навоз свиной и помет куриный. Изучаемые режимы включали в себя следующие варианты: экспозиция обработки 60, 90,

120 с, мощность 60 кВт, частота 915 МГц. Метод СВЧ-обработки навоза и помета является экологически безопасным и эффективным в отношении нейтрализации патогенной микрофлоры, а также личинок и яиц гельминтов. Оптимальным режимом обработки отходов животноводства в электромагнитном поле СВЧ признан следующий: экспозиция 90 с, мощность 60 кВт, частота 915 МГц. Данный вариант приводит к полному уничтожению условно-патогенной и патогенной микрофлоры, а также яиц и личинок гельминтов. В результате