

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ НАРУШЕННЫХ ПРИ ОБРАЩЕНИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ЗЕМЕЛЬ СУХОСТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ



ПРОНЬКО Нина Анатольевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова
КОРСАК Виктор Владиславович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова
КРАШЕНИННИКОВ Дмитрий Анатольевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Приведены результаты разработки системы геоинформационного мониторинга земель Саратовской области, нарушенных твердыми бытовыми отходами (ТБО). Исследования по разработке состава и структуры программно-информационного обеспечения ГИС-мониторинга проводили в 2015–2017 гг. в сухостепной зоне Саратовского Заволжья. Объекты исследований – элементы системы обращения ТБО в Советском и Пугачевском муниципальных районах Саратовской области (свалки твердых бытовых и коммунальных отходов, мусороперегрузочные станции). В работе использовали экспериментальные методы – полевые экологические изыскания и теоретические методы исследования – системный и геоинформационный анализ, математическая статистика. Проведенным мониторингом доказано, что свалка твердых бытовых и коммунальных отходов поселка Степное Советского муниципального района Саратовской области представляет собой опасный техногенный объект, так как образующийся в теле свалки фильтрат является высокотоксичным загрязнителем окружающей среды, в котором содержание Cr в 1,2 раза; Mn и Zn в 1,4 раза; фосфатов в 9,7 раза; оксидов азота в 22,1 и 174,3 раза; иона аммония в 287 раз; нефтепродуктов в 580 раз; сульфат-ионов в 146 раз и хлор-ионов в 2057 раз в отдельные периоды превосходят предельно допустимые концентрации. Для предотвращения загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами разработана система ГИС-мониторинга. Программно-информационное обеспечение ГИС-мониторинга состоит из цифровой карты нарушаемой ТБО территории (18 векторных слоев), атрибутивной базы результатов наблюдений (10 реляционных файлов); цифровых трехмерных моделей рельефа и уровня грунтовых вод (в формате триангуляционной нерегулярной сети) и средств геоинформационной обработки (интерполяции) данных.

Введение. Существующая в России, в том числе и в Саратовском Заволжье система обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) основана главным образом на их захоронении на свалках и полигонах [3]. Это определяет ее экологическую несостоятельность, поскольку свалки являются выраженными техногенными геохимическими аномалиями по отношению к подстилающим породам, почвам окружающих территорий, подземным и поверхностным водным объектам, атмосферному воздуху, и служат источниками сильного загрязнения этих компонентов окружающей природной среды. Экологическая опасность полигонов и свалок твердых бытовых отходов вызывает настоятельную необходимость в совершенствовании системы обращения ТБО, направленном на снижение негативного воздействия твердых бытовых отходов на окружающую среду. Этот процесс невозможен без разработки и внедрения современных систем мониторинга загрязнения земель в результате функционирования составляющих системы обращения ТБО (объектов захоронения, переработки, транспортирования), которые целесообразнее всего осуществлять на основе геоинформационных технологий.

Методика исследований. Исследования по созданию системы ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель проводили в 2015–2017 гг. в сухостепной зоне Саратовского Заволжья на землях Советского и Пугачевского муниципальных районов.

Объекты исследований – элементы системы обращения ТБО в Советском и Пугачевском муниципальных районах Саратовской области – санкционированные свалки твердых бытовых и коммунальных отходов, мусороперегрузочные станции (рис. 1, 2).



Рис. 1. Объекты обращения твердых бытовых отходов Советского муниципального района Саратовской области

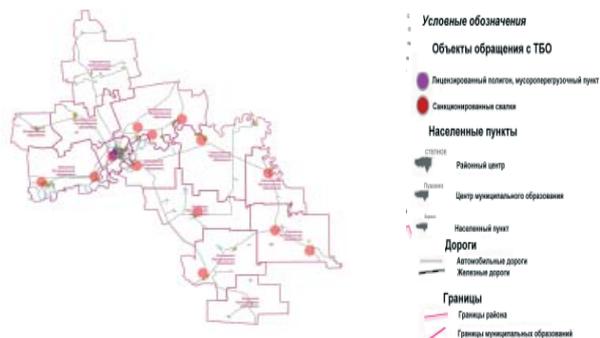


Рис. 2. Объекты обращения твердых бытовых отходов Пугачевского муниципального района Саратовской области

В работе использовали экспериментальные методы – полевые экологические изыскания, космическое зондирование земной поверхности. Наряду с ними



применены теоретические методы исследования – системный и геоинформационный анализ, математическая статистика. Для изучения химического состава неорганических и органических веществ в фильтрате тела свалки в 2015–2016 гг. проведены экологические изыскания в составе экспедиции Саратовского филиала АО «ДАР/ВОДГЕО», использованы архивные материалы администрации Советского района Саратовской области за 2010 и 2012 гг. Полевые эксперименты и обследования мест захоронения ТБО проводили согласно принятым методикам. Содержание металлов в почве определяли по методу атомно-абсорбционной спектrophотометрии в фоновом мониторинге тяжелых металлов. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые количества (ОДК) нормируемых тяжелых металлов и мышьяка определяли согласно ГН 6229-91 и ГН 2.1.7.020-94, классы опасности загрязняющих почву химических веществ – по ГОСТ 17.4.02-83), критерии степени загрязнения почв – по ГОСТ 17.4.3.06-86. Атрибутивную базу данных ГИС-мониторинга создавали с учетом требований нормализации баз данных. Слои цифровой карты разрабатывали в системах координат WGS-84 и Гаусса-Крюгера в формате векторных шейп-файлов (shape) и покрытий (coverage), поддерживаемых системами ArcGIS и GeoServer, трехмерные модели рельефа – в виде нерегулярных триангуляционных сетей (TIN) [2].

Результаты исследований. В результате экологического мониторинга состава фильтрата свалки твердых бытовых и коммунальных отходов поселка Степное Советского муниципального района Саратовской области обнаружено высокое содержание многих поллютантов в свалочном фильтрате и его существенное варьирование в сезонной и годовой динамике. Установлено, что особую опасность в фильтрате представляют органические и биогенные поллютанты, а также хлор и сульфат-ионы, содержание которых превышает ПДК в отдельные периоды в десятки и сотни раз. Важнейший показатель – химическое потребление кислорода (ХПК), характеризующий содержание в воде трудно окисляемых химических соединений, превышал ПДК в отдельные периоды в тысячи раз. По неорганическим загрязнителям незначительное превышение допустимого содержания в отдельные периоды отмечено для марганца, цинка и хрома.

Разработанная ранее ГИС «Свалки ТБО Саратовской области» носила в основном информационный характер. На основе ее атрибутивной реляционной базы данных были построены тематические карты, отражающие качественные различия типов свалок, пространственное размещение, величину санитарно-защитной зоны 725 свалок и полигонов, существовавших в области в 2012 г. [1]. Однако для того чтобы добиться реального снижения негативного воздействия твердых бытовых отходов на окружающую среду, ГИС-мониторинг нарушенных ТБО земель не должен ограничиваться фиксированием только наличия и состояния свалок и полигонов. Он должен охватывать наблюдениями состояния всех элементов системы обращения отходов – объектов захоронения ТБО (свалок и полигонов), транспортирования ТБО (мусороперегрузочных станций), переработки ТБО (мусороперерабатывающих комплексов, мусоросортировочных предприятий, мусоросжигательных заво-

дов и пр.). Кроме того, база данных ГИС-мониторинг нарушенных ТБО земель должна обеспечивать возможность прогнозирования влияния ТБО, сосредоточенных в местах захоронения, переработки, транспортирования, на окружающую среду, необходимых для выбора мест их расположения, технологий строительства и технологий рекультивации после окончания срока эксплуатации. Это определило состав задач и особенности информационного обеспечения разрабатываемой нами системы ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель.

Основными задачами, решаемыми системой ГИС-мониторинга, являются: контроль состояния объектов обращения отходов (свалок, полигонов, мусороперегрузочных станций, мусороперерабатывающих комплексов и пр.) и прилегающих к ним территорий, а также прогнозирование влияния ТБО, сосредоточенных в местах захоронения, переработки, транспортирования, на окружающую среду.

В свете необходимости решения этих задач в состав информационного обеспечения системы ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель вошли:

- цифровая карта наблюдаемой территории;
- атрибутивная база результатов наблюдений (АБД);
- цифровые трехмерные модели рельефа местности и уровня грунтовых вод;
- математические модели миграции свалочного фильтрата;
- способы и средства геоинформационной обработки данных.

В состав векторных слоев цифровой карты ГИС-мониторинга, векторизация которых проводилась с помощью приложения ArcMap программного комплекса ArcGIS Desktop (уровень ArcInfo – высший) по экранной растровой подложке, вошли 18 шейп-файлов и покрытий (табл. 1).

Атрибутивная база данных ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель состоит из внутренних атрибутивных таблиц векторных слоев цифровой карты и 10 внешних реляционных файлов (табл. 2), подключающихся к слоям через кодовые поля связи с помощью операции «Join».

Для прогнозирования распространения загрязнений от объектов обращения с ТБО на прилегающие территории, например, с поверхностным стоком свалочного фильтрата были разработаны цифровые модели рельефа местности формата TIN, которые создавались по векторным слоям горизонталей рельефа с помощью расширения ArcGIS Desktop – 3D Analyst (рис. 3).

Использование трехмерных моделей рельефа совместно с математическими моделями влагопереноса такими, например, как программа SWAP 2.07D, является основой для прогнозирования миграции свалочного фильтрата в грунтовые воды, а также, с поверхностным стоком, на прилегающие территории.

Выводы. 1. Для снижения загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами в Саратовском Заволжье начали происходить изменения существовавшей системы обращения отходов, что требует создания и внедрения более совершенного мониторинга нарушенных ТБО земель.

2. Разработана система ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель, ориентированная на охват всех

Состав цифровой карты ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель

Содержание слоя	Тип	Имя файла	Источник создания слоя
Инфраструктура			
Дороги	Shape	dorogi	Топографическая карта М 1:25000
Населенные пункты	Shape	np	Топографическая карта М 1:25000
Административные границы	Shape	adgr	Карта административного деления Советского района Саратовской области М 1:100 000
Объекты обращения с твердыми бытовыми отходами			
Санкционированные свалки ТБО	Shape	SvalkiTBO	Топографическая карта М 1:25000
Несанкционированные свалки ТБО	Shape	NSanSTBO	Топографическая карта М 1:25000
Самовольные свалки ТБО	Shape	SamSTBO	Топографическая карта М 1:25000
Полигоны ТБО	Shape	PolTBO	Топографическая карта М 1:25000
Мусороперерабатывающие заводы	Shape	Scrap_Rec	Топографическая карта М 1:25000
Мусороперегрузочная станция ТБО	Shape	Scrap_Ov	Топографическая карта М 1:25000
Мусоросжигательные заводы	Shape	Scrap_Fi	Топографическая карта М 1:25000
Гидрография, геология, рельеф и почва			
Реки	Shape	reka_1	Топографическая карта М 1:25000
Озера	Coverage	ozero_1	Топографическая карта М 1:25000
Овраги	Coverage	ovrag_1	Топографическая карта М 1:25000
Горизонталы	Shape	relf_15	Топографическая карта М 1:25000
Геология	Coverage	geologiy	Геологическая карта СССР. М. 1: 200 000
Почвенная карта	Shape	szw4	Почвенная карта Советского района Саратовской области М 1:100 000
Места отбора проб			
Точки отбора проб	Shape	Razrez	Топографическая карта М 1:25000
Скважины наблюдений за грунтовыми водами	Shape	ckwagini	Гидромелиоративная карта Советского района Саратовской области М 1:200000

Таблица 2

Внешние файлы АБД ГИС-мониторинга нарушенных ТБО земель

Имя файла	Привязка к слоям	Поля связи	Назначение
dorogi	dorogi	kod	Справочник идентификатор дорог
Soil irrig	polja 1; szw4	tip soil; k dop	Степень осолонцевания
geolog_1	geologiy	KOD GEO	Справочник к геологической карте
Pochv karta	szw4; polja 1	k dop; tip soil	Справочник к почвенной карте
chim	Razrez	nomer p; kod t	Результаты химических анализов
ION	Razrez	kod t	Результаты анализов полной водной вытяжки
PPK	Razrez	kod t	Обменные основания в ППК
Zagr	Polja 1	Neim a	Содержание токсичных веществ
Spr Zagr	-	Kod z	Справочник ПДК токсичных веществ
Ckwagini	Ckwagini	TONKI	Уровень грунтовых вод

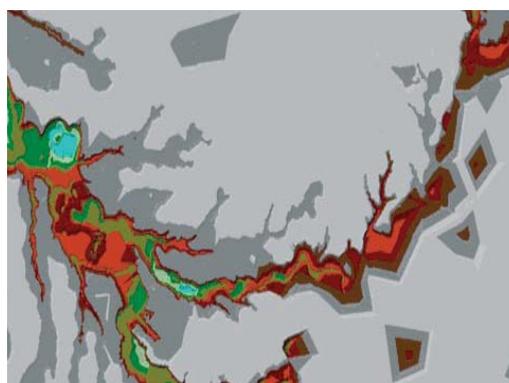
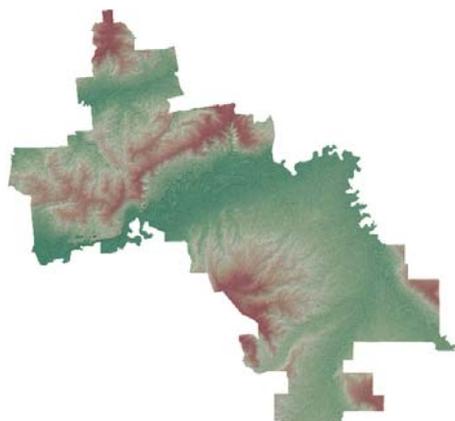


Рис. 3. Трехмерные модели рельефа – уклоны поверхности градацией цветов: а – Пугачевский район; б – Советский район Саратовской области

источников загрязнения ТБО, которыми являются элементы изменяющейся в настоящее время системы обращения отходов – объекты захоронения ТБО (свалки и полигоны), транспортирования ТБО (мусороперегрузочные станции), переработки ТБО (мусороперерабатывающие комплексы, мусоросортиро-

вочные предприятия, мусоросжигательные заводы и пр.), и обеспечивающая возможность прогнозирования загрязнения ими окружающей среды.

3. Программно-информационное обеспечение ГИС-мониторинга состоит из цифровой карты нарушаемой ТБО территории (18 векторных слоев),



атрибутивной базы результатов наблюдений (10 реляционных файлов); цифровых трехмерных моделей рельефа и уровня грунтовых вод (в формате триангуляционной нерегулярной сети) и средств геоинформационной обработки (интерполяции) данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев В.А., Молочко А.В. Возможности использования ГИС-технологий и картографическая визуализация в решении проблем утилизации твёрдых бытовых отходов в Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2015. – Т. 15. – Вып. 2. – С. 5–9.
2. Пронько Н.А., Корсак В.В., Фалькович А.С. Методология создания системы мониторинга солевого режима мелиорированных угодий Поволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 8. – С. 52–55.
3. Пронько Н.А., Крашенинников Д.А., Афонин В.В. О восстановлении нарушенных свалками и полигонами зе-

мель Саратовской области // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 20–23.

Пронько Нина Анатольевна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Корсак Виктор Владиславович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Крашенинников Дмитрий Анатольевич, соискатель кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-51.

Ключевые слова: охрана окружающей среды; твердые бытовые отходы; геоинформационная система; мониторинг.

GEOSINFORMATION MONITORING OF VIOLATED DURING THE HANDLING OF SOLID DOMESTIC WASTES OF THE LEFT BANK OF THE VOLGA REGION

Pronko Nina Anatolievna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Engineering Survey, Environmental Management and Water Use", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Korsak Viktor Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Engineering Survey, Environmental Management and Water Use", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Krashennnikov Dmitry Anatolievich, Aspirant of the chair "Engineering Survey, Environmental Management and Water Use", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: environmental protection, solid domestic waste, geoinformation system; monitoring.

The results of the development of the system of geoinformation monitoring of the lands of the Saratov region disturbed by solid domestic waste (SDW) are given. Studies to develop the composition and structure of software and information support for GIS monitoring were carried out in 2015–2017 in dry steppe zone of Left Bank Saratov Volga region. The objects of research are elements of the solid waste treatment system in the Soviet and Pugachev municipal districts of the Saratov region (landfills of

solid domestic and municipal waste, garbage handling stations). Experimental methods were used in the work - field ecological surveys and theoretical research methods - system and geoinformation analysis, mathematical statistics. It has been proved by monitoring that the landfill of solid domestic and municipal waste of Steptoye village of the Soviet municipal district of the Saratov region is a dangerous man-made object, as the filtrate formed in the landfill is a highly toxic pollutant of the environment, in which the Cr content is 1.2 times; Mn and Zn times of 1.4; phosphate in 9.7 times; nitrogen oxides in the 22.1 and 174.3 times; ammonium ion is 287 times; oil products in 580 times; sulfate ions 146 times and chlorine ions in 2057 times in certain periods exceed the maximum permissible concentrations. To prevent environmental contamination with solid domestic waste, a GIS monitoring system has been developed. The software and information support of GIS monitoring consists of a digital map of the territory being destroyed by SDW (18 vector layers), an attributive database of observation results (10 relational files); digital three-dimensional models of a relief and a level of ground waters (in a format of a triangular irregular network) and means of geoinformation processing (interpolation) of data.

УДК: 330.1: 631.363.25

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ МОЛОТКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ЛУЗГИ

РЫБАЛКИН Дмитрий Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЕЛИСЕЕВ Михаил Семенович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье представлены результаты производственных испытаний молоткового измельчителя лузги зерновых и масличных культур на различных сельскохозяйственных предприятиях, обоснован экономический эффект от его внедрения.

В настоящее время, в связи со сложившейся экономической ситуацией в стране и взятым курсом на импортозамещение, особую актуальность приобретает бесперебойная работа сельскохозяйственных предприятий, которая невозможна без надежного и эффективного оборудования отечественного производства. Не исключением является молотковый измельчитель лузги сельскохозяйственных культур, совершенствование которого позволит не

только повысить эффективность процессов переработки отходов сельскохозяйственного производства, но и всей аграрной отрасли в целом.

В связи с назревшей необходимостью ученые Саратовского ГАУ проводили сравнительный анализ характеристик изготовленного опытного образца молоткового измельчителя и серийно выпускаемого ИЗКБ-1. Выбор обусловлен тем, что данная модель наиболее близка по назначению и технической сущ-

