

S.I. Tarasov¹, G.Ye. Merzlaya²

¹ All-Russian scientific-research Institute of organic fertilizers and peat, Pryanishnikova ul. 1, 601390 Vyatkinskiy district, Vladimirskiy region, Russia, e-mail: tarasov.s.i@mail.ru,

² Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia, e-mail: info@vniia-pr.ru

In this article are shown the main directions of research on the development of technologies and technical means for use of semi-liquid, liquid manure, litter, livestock runoff as organic fertilizers, which are the most popular goods on the organic fertilizers market.

Key words: organic fertilizers, liquid manure, manufacture, organic fertilizers, production, technology, equipment, research priorities.

УДК 004.65:547.211:631.433

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ О ВЫДЕЛЕНИИ И ПОГЛОЩЕНИИ АТМОСФЕРНОГО МЕТАНА ПОЧВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

М.В. Чистотин, к.б.н., М.В. Беличенко, к.б.н., ВНИИА

Ул. Прянишникова, 31а, Москва, 127550, chistotinmv@yahoo.com

Работа выполнена по госзаданию №0572-2014-0008.

Реляционная база данных (БД), содержащая опубликованные годовые и сезонные величины выделения (поглощения) атмосферного метана почвами сельскохозяйственных угодий, создана с использованием системы управления базами данных MySQL. Для каждого годового цикла наблюдений в БД включены информация о почве, типе землепользования, возделываемой культуре, агротехнике, методе измерений, а также метеорологические параметры. Модель данных обеспечивает выполнение запросов по ряду критериев, потенциально необходимых для пользователей. БД может быть использована для анализа связей между почвенными процессами цикла метана и факторами среды, в том числе для параметризации соответствующих моделей.

Ключевые слова: почвы сельскохозяйственных угодий, парниковые газы, метан, реляционные базы данных, MySQL.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.18

Величины потоков углеродсодержащих газов дают существенную информацию о направлении и интенсивности процессов в почве, определяющих ее плодородие. Кроме того, создание системы учета и управления выбросами парниковых газов относится к основным направлениям государственной и международной политики в области предотвращения антропогенных климатических изменений. Для решения данной задачи необходимы инвентаризация источников и стоков парниковых газов, создание баз данных их эмиссии и поглощения агроценозами.

Поскольку почвы сельскохозяйственного назначения занимают важное место в глобальном цикле CH_4 , изучение интенсивности поглощения и выделения метана агроценозами актуально и своевременно. От результатов этой работы зависит то сколько каждая страна будет вносить средств в международный фонд, создаваемый для смягчения последствий глобального потепления.

Содержание метана в атмосфере существенно воздействует на тепловой баланс Земли и глобальный климат. С 1800 г. концентрация метана в тропосфере возросла в 2,5 раза, что связано с дисбалансом источников и стоков этого соединения [3]. Это делает актуальной задачу оценки интенсивности процессов, входящих в цикл метана.

Аэробное микробное окисление в почвах относится к главным статьям баланса CH_4 атмосферы. Имеющиеся региональные и глобальные оценки биологического

стока метана характеризуются значительными неопределенностями, что связано, в первую очередь, с высоким пространственным и временным варьированием обсуждаемого процесса. Одна из ключевых проблем при получении таких оценок - масштабирование имеющейся эмпирической информации, которая охватывает лишь небольшие площади [7].

За последние 10 лет объем экспериментальных данных об обмене CH_4 между почвами и атмосферой, опубликованных в научной литературе, увеличился в несколько раз. Это расширяет набор осуществимых задач метаанализа, выявляющего связи почвенных процессов цикла метана с факторами среды. Необходимым условием их решения является организация исходной информации. Оптимальная структура баз данных, содержащих информацию о почвах, имеет существенное значение для ее эффективного использования [2, 4].

Цель данной работы - создать оптимальную модель данных, которая обеспечивает хранение и использование имеющейся экспериментальной информации об обмене метана между почвами сельскохозяйственных угодий и атмосферой. Создаваемая база данных (БД) должна была, в частности, отвечать следующим условиям: обеспечивать надежное длительное хранение информации; быть простой в применении и минимизировать возможность ошибок при восприятии информации пользователями.

С точки зрения первой задачи, существенное значение имеет выбор системы управления базами данных

для администрирования и использования рассматриваемой БД. Информация в ней предназначена для использования в течение продолжительного времени. Это повышает преимущества технологий, использующих открытые стандарты описания данных и свободно распространяемые программы. Решение второй задачи обеспечивалось полнотой вносимых в БД метаданных об объектах, условиях и методах измерений. Кроме того, структура и содержание БД были описаны в виде текстового документа.

Методика. Разработка базы данных включает опубликованные результаты полевых измерений выделения и поглощения атмосферного метана, выполненных на почвах сельскохозяйственных угодий. Привлечены данные наблюдений, охватывающих не менее чем один вегетационный период. В настоящее время набор источников информации включает 27 научных статей, опубликованных с 1991 по 2016 гг. и содержащих результаты экспериментальных исследований, выполненных в Евразии, Северной Америке и Австралии. Из источников были извлечены интегральные значения выделения (поглощения) CH_4 за год или вегетационный период, а также информация об объектах наблюдений.

Метеорологическая информация, характеризующая динамику условий почвенных процессов образования и окисления метана, выбрана из глобальной базы метеорологических данных Национального управления исследований атмосферы и океана (США) [5]. Перечень показателей, охватывающих соответствующий период измерения потоков метана, включает среднесуточные, минимальную и максимальную температуры воздуха, количество осадков. Используются данные метеорологической станции, ближайшей к соответствующему пункту измерений, для которой значения всех названных параметров имеются не менее чем для 20 дней каждого месяца. При этом максимально допустимое удаление метеостанции от пункта измерений принято равным 200 км, максимально допустимая разность высот – 500 м.

Для проектирования и формирования БД применяли систему управления базами данных MySQL 8.0 Community Release, которая относится к свободному программному обеспечению и является одной из широко используемых реляционных систем управления базами данных [6]. Описание данных в БД соответствует стандарту, который определяет язык SQL (стандарт ИСО/МЭК 9075:2016).

Результаты и их обсуждение. В результате анализа характера и потенциального использования информации, включаемой в БД, был определен оптимальный набор сущностей и их атрибутов. Центральное место в структуре БД занимает таблица «Цикл_измерений» (рис. 1). Каждая запись этой таблицы содержит одну годовую или сезонную оценку выделения (поглощения) метана (рис. 2а). Необходимость включения в таблицу полей «Единица» и «Период» определяется тем, что массив источников информации содержит оценки для разных временных интервалов, и они выражены в разных единицах. Экстраполяция оценок, соответствующих периоду вегетации, на год требует выбора дополнительных допущений. Оптимальным является выполнение этой операции, как и пересчета в желательные для пользователя единицы, не при формировании обсуждаемой БД, а при выполнении запросов к ней.

В другие поля таблицы «Цикл_измерений» включены метаданные, которые характеризуют объект и условия измерений. Поле «Вид_угодий» может содержать значения «Пашня», «Залежь», «Многолетнее насаждение», «Природное кормовое угодье», «Сенокос», «Пастбище».

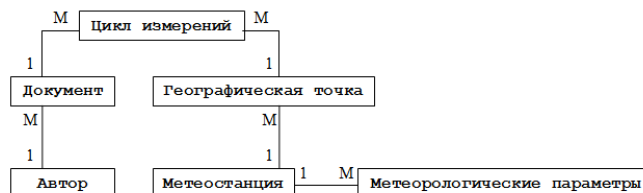


Рис. 1. Табличная структура базы данных:
1 - главная таблица данной связи;
М - подчиненная таблица данной связи

Между охарактеризованной таблицей и несколькими другими таблицами БД, также предназначенными для хранения метаданных, имеются связи вида «многие-к-одному» (см. рис. 1). Таблицы «Документ» и «Автор» содержат достаточную информацию для составления библиографической ссылки на использованный документ с данными, которые соответствуют ГОСТ Р 7.0.5-2008 (рис. 2б). Обеспечивается также возможность поиска документа по фамилии любого автора. В таблицу «Географическая_точка» внесены сведения об объектах измерений: географические координаты, высота над уровнем моря, название почвы. Таблица «Метеостанция» включает характеристики пунктов измерений метеорологических показателей, включенных в БД. Между полями «Код» и «Название» этой таблицы имеется однозначное соответствие; таким образом она содержит избыточную информацию. Однако, возможность получения как номера, так и названия метеорологической станции из БД целесообразна, так как облегчает идентификацию станции пользователями. Таблица «Метеорологические_параметры» содержит суточные показатели. В нее включена также информация о методах измерения или расчета приводимых значений метеорологических показателей.

а

Код	Источн	Геогр	Вид_угод	Культура	Вариант	Метод	Начальная_г	Конечная_г	Знач	Единица	Период
21	В	8	Пашня	Бобовые, п.	Навоз 120 т/га	Камерный мет...	1992-08-01	1993-07-31	468	г га-1	365
22	В	9	Пашня	Бобовые, п.	Навоз 120 т/га	Камерный мет...	1992-08-01	1993-07-31	464	г га-1	365
23	В	10	Пашня	Горчак, в.	N190	Камерный мет...	1992-08-01	1993-07-31	526	г га-1	365
24	В	11	Пашня	Горчак, в.	N190	Камерный мет...	1992-08-01	1993-07-31	756	г га-1	365
25	В	13	Пашня	Картофель	N150	Камерный мет...	1996-01-01	1996-12-31	156	г га-1	365
26	В	13	Пашня	Картофель	N50	Камерный мет...	1996-01-01	1996-12-31	186	г га-1	365
27	В	14	Пашня	Овсяная п.	Нулевой обр...	Камерный мет...	1993-03-18	1993-12-31	10	г га-1	1
28	В	14	Пашня	Овсяная п.	Нулевой обр...	Камерный мет...	1994-01-01	1994-12-31	9	г га-1	1
29	В	14	Пашня	Овсяная п.	Нулевой обр...	Камерный мет...	1995-01-01	1995-07-06	10	г га-1	1
30	В	14	Пашня	Овсяная п.	Безотвалная...	Камерный мет...	1993-03-18	1993-12-31	9	г га-1	1

б

Код	Автор_г	Название	Серия/выпуск, издание	Год	Том	Нове	Начальная	Конечная	Рейт
11	Lesnard R.	Methane and carbon dioxide f...	Canadian Journal of soil science	1994	24	0	139	146	act
12	Arndsen P.	Spatial and seasonal variations o...	Journal of environmental quality	1995	24	0	993	1001	act
13	Rauer R.	Soil respiration and fertilizati...	Soil Science Society of America ...	1998	62	0	1587	1595	act
14	Kosunen...	Fluxes of carbon dioxide, nit...	Journal of environmental quality	1998	27	0	1094	1104	act
15	Pleasant H.	N2O and CH4 fluxes in potato...	Gedensia	2002	105	0	387	325	act
16	许玉香	华北平原典型农业区土壤甲烷...	农村生态环境	2002	0	3	56	69	act
17	Koga N.	N2O emission and CH4 uptak...	Global biogeochemical cycles	2004	18	0	0	0	act
18	Morris A.	Responses of soil organic mat...	Soil biology & biochemistry	2004	36	0	917	925	act
19	Gydlund E.	Fluxes of nitrous oxide and re...	Agriculture, ecosystems & env...	2006	113	0	342	348	act
20	熊野	内蒙古农牧业生态区土壤甲烷...	中国环境科学	2014	34	6	1504	1522	act

Рис. 2. Примеры записей таблиц:
а - «Цикл_измерений», б - «Документ»

Каждая из таблиц БД содержит поле «Примечание», которое при необходимости может быть использовано для внесения информации, отсутствующей в других полях.

В таблице «Метеорологические_параметры» первичный ключ состоит из полей «Метеостанция» и «Дата». Первичные ключи остальных таблиц простые. Выбранные типы данных соответствуют условию минимизации дискового пространства, необходимого для хранения БД. Так как значения всех числовых полей не превышают 2^{15} , для них использован тип SMALLINT. Максимальная длина текстовых полей установлена в зависимости от их содержания и составляет от 1 до 1000. Тип BOOLEAN является достаточным для хранения значений поля «Метеорологические_параметры. Осадки_мм».

В настоящее время в таблице «Цикл_измерений» имеется 38 записей, в таблице «Метеорологические_параметры» — около 18000 записей.

Структура БД обеспечивает выполнение запросов по ряду критериев, необходимых для пользователей. Возможно, в частности, выборка данных о выделении (поглощении) метана почвами заданных географических регионов, при заданном типе землепользования, при возделывании заданных сельскохозяйственных культур.

Заключение. Использование БД позволит уточнить относящиеся к сельскохозяйственному сектору данные, которые необходимы для ведения национального кадастра парниковых газов и для контроля выполнения международных обязательств Российской Федерации по ограничению их выбросов. Информация, содержащаяся в БД, может быть также использована для оценки воздействия экономических и технологических изменений

на выбросы, поглотители и накопители парниковых газов на сельскохозяйственных предприятиях.

К потенциальным применениям БД относятся, в частности, задачи анализа связей между почвенными процессами цикла метана и факторами среды, включая параметризацию соответствующих моделей. Информацию, входящую в БД, использовали для определения параметров зависимости поглощения CH_4 пахотными почвами от теплообеспеченности вегетационного периода. Установленные параметры позволили получить оценки поглощения метана пахотными почвами для республик, краев и областей европейской части России и суммарную оценку для этой территории [1].

Литература

1. Чистотин М.В. Поглощение метана пахотными почвами: зависимость от факторов среды и региональные оценки // Евразийское научное объединение. - 2017. - № 12 (34). - С. 211-215.
2. Batjes N.H. World inventory of soil emission potentials, WISE 2.1: Profile database user manual and coding protocols / International Soil Reference and Information Centre. Wageningen, 1995. (ISRIC Technical paper 26) vi, 56 p.
3. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. Stocker T.F. et al. Cambridge; New York : Cambridge University Press, 2013. 1535 p.
4. Global and national soils and terrain digital databases (SOTER). Procedures manual / United Nations Environmental Program; International Society of Soil Science; International Soil Reference and Information Centre; Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1995. (World Soil Resources Reports 74, Rev. 1) 126 p.
5. Global summary of the day [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncdc.noaa.gov> (дата обращения: 20.08.2018).
6. MySQL 8.0 reference manual [Электронный ресурс]. URL: <https://downloads.mysql.com/docs/refman-8.0-en.pdf> (дата обращения: 20.08.2018).
7. Smith K.A., Dobbie K.E., Ball B.C., Bakken L.R., Sitaula B.K., Hansen S., Brumme R., Borken W., Christensen S., Priemé A., Fowler D., Macdonald J.A., Skiba U., Klemmedtson L., Kasimir-Klemmedtson A., Degórská A., Orlanski P. Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink // Global change biology. 2000. Vol. 6. P. 791—803.

DESIGN AND PRODUCTION OF A DATABASE ON METHANE EXCHANGE BETWEEN AGRICULTURAL SOILS AND THE ATMOSPHERE

M.V. Chistotin, M.V. Belichenko

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia, e-mail: chistotinmv@yahoo.com

A relational database, which contains published annual and seasonal values of emission/uptake of atmospheric methane by agricultural soils, was created using the MySQL database management system. The database contains information on the soil, land use type, crop, method of measurement, and meteorological parameters for each annual measurement campaign. The data model enables queries by a number of criteria which users potentially need. The database may be used for analyses of relationships between soil processes of the methane cycle and environmental controls, including model parameterization.

Keywords: agricultural lands, greenhouse gases, methane, relational databases, SQL

АТОМНО-ЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ И МИКРОВОЛНОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КАК КОМПЛЕКСНЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В РАСТЕНИЯХ И ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

**В.А. Литвинский, к.б.н., Е.А. Гришина, к.б.н., В.В. Носиков, к.б.н., Л.О. Сушкова, ВНИИА
ВНИИ агрохимии, ул. Прянишникова, 31А. г. Москва, 127550, Россия
Тел: +7 (499) 976-46-47. E-mail: vl.litvinskiy@gmail.com**

Работа написана по государственному заданию № 0572-2014-0011.

Показано, что метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой наиболее подходит для мультиэлементного анализа объектов окружающей среды и определения содержания в компонентах агроценозов микроэлементов и тяжелых металлов, в том числе свинца. Поэтому была исследована возможность