

DOI: 10.12731/2070-7568-2020-3-158-175

УДК 004.91:63.631.5

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Павлова А.И., Тихоновский В.В.

Разработана база данных сельскохозяйственной техники. Выполненный аналитический обзор современных систем управления базами данных (СУБД) показал, что доступной в использовании, легко внедряемой в различные программные решения является СУБД SQLite. В реляционной базе данных созданы сущности: земельные участки, сельскохозяйственные машины, агрегаты. С использованием СУБД SQLite были созданы таблицы, отражающие тягово-сцепные свойства современных зарубежных и отечественных тракторов и агрегатов. Сущность земельные участки описана набором геометрических и атрибутивных свойств, отражающих пространственные (площадь, периметр) и также технологические свойства земельных участков. К таким свойствам отнесены: длина гона участка, балл энергоемкости почв, удельное сопротивление почв, каменистость почв, угол наклона рельефа, коэффициент наклона рельефа, внутривладельческая удаленность, коэффициент группы дорог, коэффициент наклона рельефа по маршруту следования. Практическая реализация выполнена на примере хозяйства Мирный Кочневского района Новосибирской области с использованием геоинформационной системы ArcGIS 10.6. Разработанная база данных позволяет осуществлять выбор сельскохозяйственной техники и может быть использована для сравнительного анализа подбора разных вариантов машинно-тракторных агрегатов с учетом технологических свойств земельных участков.

Цель: разработка базы данных для подбора сельскохозяйственной техники с учетом технологических свойств земельных участков.

Методы работы: методы проектирования баз данных.

Результаты: разработана база данных сельскохозяйственной техники с помощью SQLite, содержащая таблицы сельскохозяйственной техники (тракторов и агрегатов) и земельные участки. Информация о земельных участках структурирована в пространственной базе геоданных ArcGIS 10 и включает сведения о площади, типе использования, а также технологических свойствах, связанные с тягово-сцепными свойствами тракторов.

Область применения результатов: разработанная база данных сельскохозяйственной техники позволит в дальнейшем осуществлять расчет временных затрат при обработке почвы на конкретном земельном участке.

Ключевые слова: база данных; сельскохозяйственная техника; технологические свойства земельных участков; система управления базой данных.

CREATION OF DATABASE OF AGRICULTURAL MACHINERY TAKING

Pavlova A.I., Tikhonovsky V.V.

Developed database for optimal selection of agricultural machinery. An analytical review of today's database management systems (DBMS) has shown that an easy-to-use, easy-to-implement DBMS for various software solutions is SBMS ite. Entities have been created in the relational database: land plots, agricultural machines, aggregates. Tables reflecting the traction and coupling properties of modern foreign and domestic tractors and units have been created using DBMSite. The essence of land plots is described by a set of geometric and attributive properties reflecting spatial (area, perimeter) and also technological properties of land plots. Such properties include: the length of the site gon, the soil energy intensity score, soil resistivity, soil rockiness, relief angle, relief inclination coefficient, internal distance, road group coefficient, relief inclination coefficient along the route. Practical implementation was

carried out on the example of the economy of the Mirny Kochenevsky district of the Novosibirsk region using the geographic information system ArcGIS 10.6. The developed database allows the selection of agricultural machinery and can be used to compare the selection of different versions of machine-tractor units taking into account the technological properties of land plots.

Methods: *database design methods.*

Results: *A database of agricultural machinery has been developed with the help of SOUNDite, containing tables of agricultural machinery (tractors and aggregates) and land plots. Information on land plots is structured in the spatial database of geodata ArcGIS 10 and includes information on the area, type of use, as well as technological properties associated with the traction and coupling properties of tractors.*

Application of the results: *the developed database of agricultural machinery will allow further calculation of time costs in soil cultivation on a specific land plot.*

Keywords: *database; agricultural machinery; technological properties of land plots; database management system.*

В настоящее время исследования в области сельского хозяйства связывают с понятием «умное земледелие» (Smart Farming) [1–3], основанного на использовании комплекса сельскохозяйственной техники, технических средств, программного обеспечения. Развитие интеллектуальных машин и сенсоров в точном земледелии (Precision Agriculture) направлено на ускорение процессов сбора и обработки данных о состоянии почв и сельскохозяйственных культур. Особое место в структуре данного комплекса отводится исходной информации, получаемой в результате спутниковых измерений, данных, получаемых с датчиков, результатов полевых опытов, картографирования и др. [4–5]. Бурное развитие Интернета вещей и облачных технологий также способствует развитию точного и «умного земледелия» (Smart Farming). С целью получения высококачественной сельскохозяйственной растениеводческой продукции, предотвращения негативных последствий (например, погодных явлений) необ-

ходим оптимальный выбор технологии обработки почвы [6–7]. При необходимости в режиме реального времени оперативное внесение изменений в технологические операции, планирование и расчет экономических издержек, предусмотренных на производство сельскохозяйственных работ. Необходимость получения своевременной информации в режиме реального времени для прогнозирования продуктивности сельскохозяйственных культур тесно связана с методами и технологиями обработки географических информационных систем (ГИС) и баз данных. Для этих целей разрабатываются агроэкологические информационные системы, предназначенные для рационального управления сельскохозяйственными землями [8–9].

По мнению В.П. Якушева [10] научно-технологический прорыв в сельскохозяйственном производстве в России невозможен без применения цифровых технологий точного земледелия. Точное земледелие рассматривается как основа ведения «умного сельского хозяйства», для создания которого необходимо соответствующее информационное и программное обеспечение с реализацией методов геоинформационного картографирования, дистанционных и наземных измерений.

Инновационному развитию потенциала сельскохозяйственной отрасли в области ресурсосберегающих технологий уделяется недостаточное внимание. Большая часть современных сельскохозяйственных производителей использует устаревшие технологии обработки почвы [11–12]. Среди основных проблем инновационного развития цифрового точного земледелия выделяют отсутствие актуальной информации о пространственном распределении сельскохозяйственных земель, включающих историю полей, почвенном покрове, сведения об агрохимическом состоянии почв, а также сведения о рельефе, контурности полей, внутривосхозяйственной удаленности участков и др. [13]. Оптимальный выбор технологии обработки почвы тесно взаимосвязан не только с подбором соответствующей сельскохозяйственной техники, но и оценкой почв и технологических свойств земельных участков. Поэтому в зарубежной литературе активно используется система агроэкологического зонирования.

Всемирная организации продовольствия и сельского хозяйства Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) в сотрудничестве с международным институтом прикладного системного анализа (IIASA) разработала систему Agro-Ecological System (AEZ). Работы по рациональному планированию землепользований для решения проблем продовольственной безопасности продолжаются более 30 лет. Современная система AEZ опирается на геопривязанные базы данных и инструменты для принятия решений [14–16].

В России известны различные справочно-информационные системы сельскохозяйственной техники [17–19]. Однако они не предусматривают их использование для планирования и расчета затрат труда и времени с учетом условий конкретного участка (например, длина гона, каменистость почв, агрофон, угол наклона рельефа, энергоемкость почв). Широко известная ГИС Панорама Агро позволяет создавать карты полей, рассчитывать дозы по внесению удобрений, паспортизацию полей [20]. Однако ее функциональные возможности ограничены в части использования и редактирования базы данных сельскохозяйственной техники.

База данных техники реализована с помощью СУБД SQL Microsoft SQL Server. Данная СУБД распространяется на платной основе и реализует клиент-серверные технологии доступа к данным, при которой основная нагрузка ложится на сервер базы данных, а клиент выполняет операции предварительной обработки [21].

В связи с этим актуальны исследования в области разработки программного обеспечения и баз данных, интегрирующих пространственную информацию о технологических свойствах земельных участков и эксплуатационные характеристики тракторов и агрегатов. При этом перспективными являются разработки в области облачных технологий доступа к большим пространственным данным.

Научная новизна исследований состоит в разработке базы данных с применением облачных технологий хранения и доступа к данным, не предусматривающим клиент-серверное обращение к данным. При этом разрабатываемая база данных содержит информацию о технических характеристиках сельскохозяйственной тех-

ники, используемой на территории Новосибирской области, а также сведения о земельных участках. К таким сведениям отнесены общие сведения о культуре, расположении, номере севооборота и технологические свойства земель. База данных необходима для оптимального подбора сельскохозяйственной техники при выполнении основных технологических операций по обработке почвы с учетом свойств отдельного земельного участка. Это способствует оптимальному планированию затрат труда и времени с учетом тягово-сцепных свойств тракторов и условий работ.

Актуальность научных исследований обусловлена необходимостью оптимального подбора сельскохозяйственной техники с учетом технических особенностей сельскохозяйственной машины и технологических свойств земельных участков.

Цель работы – разработка базы данных для подбора сельскохозяйственной техники с учетом технологических свойств земельных участков.

Методы исследований

В настоящее время сформировалось два метода проектирования баз данных: восходящий и нисходящий. Особенность первого метода состоит в задании и дискретизации свойств сущностей и установлению связей между ними. При разработке баз данных со сложной архитектурой наиболее широко используется метод нисходящего проектирования. Основное достоинство данного метода состоит в выявлении нескольких высокоуровневых сущностей и связей между ними, которые в последующей описываются в виде различных атрибутов [22].

Для проверки правильности логической модели данных использован метод нормализации. Нормализация отношений направлена на устранение избыточности данных, возникающих в процессе обновления данных после их физической реализации. Нормализованная логическая модель обеспечивает поддержку выполнения транзакций, выполняемых с помощью системы управления базой данных (СУБД).

СУБД различают по используемой модели данных. Системы управления базами данных помогают отсортировать информацию, связать базы данных между собой с ведением отчета об изменениях и зарегистрированных событиях. MySQL является одной из наиболее распространенных баз данных, используемых при разработке веб-приложений. MySQL распространяется на некоммерческой и коммерческой основах. В свободно распространяемых версиях СУБД MySQL разработчиками отдельное внимание уделяется скорости обработки транзакций, запросов, надежности хранения данных [23–24].

База данных MySQL содержит конкретный пример типа таблицы, который позволяет пользователю формировать новые типы таблиц, выбирать различные механизмы хранения, обработки данных в различных типах таблиц. Гибкость СУБД MySQL обеспечивается поддержкой разнообразного количества типов таблиц, поддерживающих полнотекстовый поиск, транзакции на уровне отдельных записей. К достоинствам СУБД MySQL относятся: открытая архитектура, бесплатное распространение, простой и понятный интерфейс, пакетные команды, которые позволяют легко обрабатывать большие объемы данных, широкие функциональные возможности работы с другими базами данных. Однако для бесплатной версии СУБД MySQL техническая поддержка распространяется является платной [23–24].

Одной из известных и популярных СУБД является программный продукт Microsoft SQL Server. Это система управления базами данных, позволяет работать на облачных серверах и локальных серверах, а также в комбинации нескольких типов серверов одновременно. Среди достоинств данной СУБД можно выделить: простоту в использовании, надежность и стабильность работы сервера базы данных, возможность регулирования и отслеживания уровня производительности. Однако данная СУБД распространяется на коммерческой основе и имеет высокую стоимость и подходит для крупных компаний, использующих продукты компании Microsoft [25].

PostgreSQL была разработана в Калифорнийском университете Беркли на базе некоммерческой СУБД Postgres. Это одна из первых СУБД характеризующаяся масштабируемостью, высокопроизво-

дательными и надежными механизмами транзакций и репликации, поддержанием современных языков программирования PL/Python, PL/R, PL/Java др. Механизм базы данных может размещаться в ряде сред, включая виртуальные, физические и облачные среды [26–27].

К дополнительным функциональным возможностям PostgreSQL относятся возможность хранения и индексирования геометрических объектов, используемых в геоинформационных системах. Поддержание слабоструктурированных данных формата json, новых типов данных позволяет широко применять данную СУБД при разработке web-приложений. К числу недостатков можно отнести наличие неполной документации, снижение скорости выполнения пакетных операций или выполнения запросов чтения при обработке больших объемов информации [26-27].

SQLite принципиально отличается от большинства современных СУБД, т.к. не использует парадигму клиент-серверной архитектуры баз данных, реализует автономный транзакционный механизм СУБД SQL. SQLite напрямую обращается к своим файлам хранения, поддерживает динамическое типизирование данных. База данных хранится в одном файле, что облегчает перемещение, подходит для разработки и тестирования, простой функционал. Простая и удобная в использовании бесплатная библиотека SQLite позволяет использовать ее в браузерах и других программах для хранения и обработки данных [28–29]. Однако данная СУБД не подходит для разработки многопользовательских приложений, приложений, использующий большой объем данных [30]. В табл. 1 приведены основные показатели рассмотренных выше СУБД.

Таблица 1.

Сравнительный анализ параметров СУБД

СУБД	Тип	Операционная система	Лицензия	Исходный код	Стабильность	Популярность	Поддержка
MySQL	Реляционная	Microsoft Windows, Oracle Solaris, macOS, FreeBSD	GNU GPL и коммерческая	Открытый	+	+	Платная

Окончание табл. 1.

SQLServer	Реляционная	Linux, Microsoft Windows	Коммерческая	Закрытый	+	+	Бесплатная
PostgreSQL	Объектно-реляционная	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, IBM AIX, macOS, HP-UX, QNX	Свободное и открытое программное обеспечение, разрешительная лицензия	Открытый	+	+	Платная
SQLite	Встроенная библиотека	Кроссплатформенная	Общедоступная	Открытый	+	+	Бесплатная

Анализ функциональных возможностей современных СУБД показал, что для практической реализации базы данных необходимо использовать SQLite. Это встроенная библиотека с кроссплатформенной операционной системой, открытым программным кодом, стабильная, с бесплатной технической поддержкой.

Результаты исследований

В работе использован метод нисходящего проектирования баз данных, при котором первоначально были созданы высокоуровневые сущности: *Земельные_участки*, *Сельскохозяйственные_машины*; *Агрегаты*. Процесс проектирования базы данных состоял из трех основных этапов: концептуальное, логическое и физическое проектирование. В результате концептуального проектирования разработана модель представления данных, не зависящая от любых физических аспектов ее представления. Модель данных создана основе цифровой пространственной модели землепользования [11], а также основных технико-экономических показателями сельскохозяйственной техники.

Сущность высокого уровня *Земельные_участки* используется с целью учета земель сельскохозяйственного назначения, паспортизации полей и содержит пространственные параметры, почвенные, технологические свойства участков.

Сущность *Сельскохозяйственные_машины* выделена в модели базы данных для характеристики тяговых характеристики машин. Сущность *Агрегаты* необходима для оптимального выбора машинно-тракторного агрегата с учетом определенного вида технологической операции.

Логическое проектирование базы данных заключалось в уточнении сущностей в выбранной реляционной модели данных с помощью системы управления базой данных (СУБД). Для сущности *Земельные_участки* выделены следующие атрибуты: уникальный номер, площадь, угол наклона, коэффициент наклона рельефа, контурность полей, энергоемкость почв, длина и ширина участка, внутрихозяйственная удаленность и интегральный показатель (индекс технологических свойств). Сущность *Сельскохозяйственные_машины* в логической модели описана набором качественных и количественных показателей, включает таблицы *Тракторы* и *Агрегаты*. Таблица *Агрегаты* содержит следующие поля: уникальный идентификатор, марка, тип, ширина захвата, глубина обработки, рабочая скорость, производительность, масса, кинематическая длина, коэффициент надежности, агрегатируется с трактором (рис. 1).

Имя	Тип	Схема
Таблицы (2)		
Агрегаты		
id	INTEGER	CREATE TABLE "Агрегаты" ("id" INTEGER, "Марка" TEXT, "Тип" TEXT, "Ширина захвата, м" REAL, "Глубина обработки(мин), см" INTEGER
Марка	TEXT	"id" INTEGER
Тип	TEXT	"Марка" TEXT
Ширина захвата, м	REAL	"Тип" TEXT
Глубина обработки(мин), см	INTEGER	"Ширина захвата, м" REAL
Глубина обработки(макс), см	INTEGER	"Глубина обработки(мин), см" INTEGER
Рабочая скорость(мин), км/ч	INTEGER	"Глубина обработки(макс), см" INTEGER
Рабочая скорость(макс), км/ч	INTEGER	"Рабочая скорость(мин), км/ч" INTEGER
Производительность(мин), га/ч	REAL	"Рабочая скорость(макс), км/ч" INTEGER
Производительность(макс), га/ч	REAL	"Производительность(мин), га/ч" REAL
Масса, кг	INTEGER	"Производительность(макс), га/ч" REAL
Кинематическая длина, м	REAL	"Масса, кг" INTEGER
Коэффициент надежности	REAL	"Кинематическая длина, м" REAL
Агрегатируется с тракторами тягового класса	TEXT	"Коэффициент надежности" REAL
		"Агрегатируется с тракторами тягового класса" TEXT

Рис. 1. Структура таблицы «Агрегаты»

Таблица *Тракторы* содержит поля: уникальный идентификатор, марка, год выпуска, тяговый класс, мощность, максимальный крутящийся момент, удельный расход топлива, типы сцепки/навески, грузоподъемность, габаритные размеры, размер шин, сдвоенность шин, давление в шинах, масса, расчетная скорость движения, вид

передвижения, коэффициент полезного действия, высота поперечного профиля колеса, радиус стального обода колеса, радиус ведущего зубчатого колеса, рабочая скорость (рис. 2).

Атрибутируется с трактором... TEXT	Атрибутируется с трактором нового класса TEXT
Тракторы	CREATE TABLE "Тракторы" ("id" INTEGER, "Марка" TEXT, "Год выпуска" TEXT, "Тяговый класс" REAL, "
id	"id" INTEGER
Марка	"Марка" TEXT
Год выпуска	"Год выпуска" TEXT
Тяговый класс	"Тяговый класс" REAL
Мощность ДВС, л с	"Мощность ДВС, л с" REAL
Мощность ДВС, кВт	"Мощность ДВС, кВт" REAL
Макс крутящий момент, Н м	"Макс крутящий момент, Н м" REAL
Макс крутящий момент, Н... REAL	"Макс крутящий момент, Н м при об/мин" REAL
Удельный расход топлив... REAL	"Удельный расход топлива г/л*ч" REAL
Емкость топливного бака	"Емкость топливного бака" REAL
Типы сцепки/навески	"Типы сцепки/навески" TEXT
Грузоподъемность навеск... TEXT	"Грузоподъемность навески, т" TEXT
Габаритные размеры, мм ... TEXT	"Габаритные размеры, мм длина" TEXT
Габаритные размеры шир... TEXT	"Габаритные размеры ширина, мм" TEXT
габаритные размеры выс... TEXT	"габаритные размеры высота, мм" TEXT
Размер шин Задние/пере... TEXT	"Размер шин Задние/передние" TEXT
Сдвоенность шин	"Сдвоенность шин" TEXT
Давление в шинах (при сд... TEXT	"Давление в шинах (при сдвоенных колёсах) кгс/см2" TEXT
Масса, т	"Масса, т" TEXT
(вес)масса кН	"(вес)масса кН" TEXT
Расчетная скорость движе... TEXT	"Расчетная скорость движения, макс/мин км/ч" TEXT
Вид передвижения	"Вид передвижения" TEXT
мех клд	"мех клд" TEXT
c1	"c1" TEXT
c2	"c2" TEXT
c3	"c3" TEXT
c4	"c4" TEXT
c5	"c5" TEXT
c6	"c6" TEXT
c7	"c7" TEXT

Рис. 2. Структура таблицы «Тракторы»

Таблица *Земельные участки* создана с использованием пространственной базы данных геоинформационной системы ArcGIS 10.6. База геоданных разработана на примере хозяйства Мирный Коченевского района Новосибирской области. Информационно-аналитическую основу составили фактографические сведения, полученные из различных источников: литературные, результаты полевых (натурных) измерений, материалы почвенного обследования и др. Картографическая часть базы геоданных содержит слои, полученные в ходе цифрового картографирования исходных источников пространственных данных, а также результатов цифрового моделирования. Это растровые и векторные модели данных, согласованные в едином геоинформационном пространстве по результатам спутниковых определений координат пунктов съемочного обоснования.

Для оценки производственно-технологических свойств земельных участков создана карта полей землепользования, содержащая семантическое описание: тип севооборота (полевой, кормовой и другие), номер рабочего участка, площадь, номер поля рабочего участка, ширина участка, длина гона участка, балл энергоемкости почв, удельное сопротивление почв, каменистость почв, угол наклона рельефа, коэффициент наклона рельефа, внутривладельческая удаленность, коэффициент группы дорог, коэффициент наклона рельефа по маршруту следования.

Заключение

Разработанная база данных с помощью СУБД SQLite имеет три реляционные таблицы, описывающие основные показатели современных зарубежных и отечественных тракторов и сельскохозяйственных агрегатов. База данных имеет таблицу с описанием технологических свойств земельных участков, влияющих на тягово-сцепные свойства трактора и производительность при обработке земельных участков.

Разработанная с помощью нетрадиционного подхода, отличного от клиент-серверной архитектуры легко интегрируется в программную среду благодаря открытости программного кода и встроенной библиотеке. Дальнейшие исследования направлены на разработку программы для оптимального подбора сельскохозяйственной техники с учетом технологических свойств земельных участков.

Список литературы

1. Carolan, M., 2016. Publicising Food: big data, precision agriculture, and co-experimental techniques of addition. *Sociologia Ruralis* 57 (2). <https://doi.org/10.1111/soru.12120>
2. Carolan M. Smart Farming Techniques as political ontology: access, sovereignty and performance of neoliberal and not-so-neoliberal worlds // *Sociologia Ruralis*, November 2017 DOI: 10.1111/soru.12202 (дата обращения 19.09.2020).

3. Big Data in smart Farming – A review / S. Wolfert, L. Ge, C. Veldouwn, M.-J. Bogaardt // *Agricultural Systems*. 2017. N.153. P. 69-80.
4. Bronson K. Smart Farming: including rights holders for responsible agricultural innovation // *Technology innovation management review*. 2018. Vol. 8. Issue. 2. P.7-14. DOI:10.22215/TIMREVIEW/1135
5. Regan A. Smart farming in Ireland: a risk perception study key governance actors // *NJAS – Wagenigen J. of Life Sciences*. 2019. Vol. 90-91. 100292 <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.02.003> (дата обращения 19.09.2020).
6. Sjaak Wolfert, Lan Ge, Cor Verdouw, Marc-Jeroen Bogaardt Big Data in Smart Farming – A review // *Agricultural Systems*. 2017. 153 P. 69-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
7. Sundmaeker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., Pérez Freire, L. Internet of food and farm 2020. In: Vermesan, O., Friess, P. (Eds.) // *Digitising the Industry - Internet of Things Connecting Physical, Digital and Virtual Worlds*. 2016. – River Publishers, Gistrup Delft, P. 129–151.
8. Lacombe C., Couix N., Hazard L. Designed agroecological farming systems with farmers: a review // *Agricultural systems*. 2018. Vol. 165. P. 208-220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.014>
9. The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability / Edwards C.A., Grove T.L., Harwood R.R., Pierce Colfer C.J. // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1993. Vol.46. Is. 1-4. P.99-121. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(93\)90017-J](https://doi.org/10.1016/0167-8809(93)90017-J)
10. Якушев В.П. Цифровые технологии точного земледелия в реализации приоритета «умное сельское хозяйство» России // *Вестник РАН*. 2019. № 2. С. 11-15.
11. Майорова М.А., Маркин М.И. Цифровое земледелие в производственно-экономической деятельности предприятий АПК // *Теоретическая экономика*. 2019. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovoe-zemledelie-v-proizvodstvenno-ekonomicheskoy-deyatelnosti-predpriyatiy-apek>
12. Шафеев Р.Ш. Использование земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях: правовой и экономический аспект. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2008. – 159 с.

13. Павлова А.И., Каличкин В.К. Базы данных для агроэкологической оценки сельскохозяйственных земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2018. № 1. Т.48. С. 80-88. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-1-11>
14. Global Agro-Ecological Zones: version 1.0. Model documentation // FAO Land and water digital media series 11. – Italy: FAO, 2000. 78 p.
15. Global Agro-Ecological Zones assessment / G. Fischer, M. Shah, H. van Velthuis, F. Nachtergaele. [Электронный ресурс]. 2006. – URL: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/8099/1/RP-06-003.pdf> (дата обращения 23.10.2019).
16. Global Agro-Ecological Zones: version 1.0. Model documentation / G. Fischer, F. O. Nachtergaele, S. Prieler et al. – Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy, 2012. 179 p.
17. Росинформагротех. Объем и тематика фактографической базы данных «Машины и оборудование для сельскохозяйственного производства» (заглавие с экрана). Электронный ресурс. Режим доступа URL: <https://rosinformagrotech.ru/db/faktograficheskaya-bd-mashiny-i-oborudovanie-dlya-s-kh-proizvodstva/ob-em-i-tematika-bd> (дата обращения 8.11.2020).
18. Ростсельмаш. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника». Колесные тракторы. (заглавие с экрана). Электронный ресурс. Режим доступа URL: https://www.agrobase.ru/catalog/category/machinerycategory_393 (дата обращения 8.11.2020).
19. База данных технических характеристик тракторов и стендовых испытаний двигателей для оптимального проектирования сельскохозяйственных агрегатов. Эл. ресурс. Режим доступа URL: <http://www.vniiesh.ru/results/katalog/2152/9785.html> (дата обращения 8.11.2020).
20. Королев А.А. Технологии ГИС в управлении земледелием // Геомагика. 2011. № 2. С. <https://gisinfo.ru/item/84.htm>
21. Microsoft. Руководство по архитектуре журнала транзакций SQL Server Бюкму и управлению им. // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/sql-server-transaction-log-architecture-and-management-guide?view=sql-server-2017> (дата обращения 8.11.2020).

22. Конноли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 3-е издание.: пер. с англ. М.: Изд. дом Вильямс, 2003. 1440 с.
23. Learning MySQL and MariaDB / by Russel J.T. Dyer. Beijing, Cambridge, Farnham, Köln, Sebastopol, Tokyo: O'Reilly Media, Inc., 2015. 443 с.
24. Колисниченко Д.Н. PHP и MySQL разработка веб-приложения. 6-е издание переработанное и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 640 с.
25. Драч В.Е., Родионов А.В., Чухраева А.И. Выбор системы управления базами данных для информационной системы промышленного предприятия // Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. № 3. С. 71-80.
26. Моргунов Е.П. PostgreSQL. Основы языка SQL: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 337 с.
27. Панченко И. PostgreSQL: вчера, сегодня, завтра // Открытые системы. СУБД. 2015. № 3. С. 34-37.
28. Wang Jinqin, Wan Lixin, The comparison of Embedded Database Berkeley DB and SQLite, The application of SCM and Embedded System, 2005, 28(2). P. 5-7.
29. About SQLite. URL: <https://www.sqlite.org/about.html> (дата обращения 19.09.2020).
30. Nemetz S., Schmitt S., Freiling F. A standardized corpus for SQLite database forensics // Digital Investigation. 2018. N.24. P. 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2018.01.015>ogiaSoof agroecology

References

1. Carolan, M., 2016. Publicising Food: big data, precision agriculture, and co-experimental techniques of addition. Sociologia Ruralis 57 (2). <https://doi.org/10.1111/soru.12120>
2. Carolan M. Smart Farming Techniques as political ontology: access, sovereignty and performance of neoliberal and not-so-neoliberal worlds // Sociologia Ruralis, November 2017 DOI: 10.1111/soru.12202 (дата обращения 19.09.2020).
3. Big Data in smart Farming – A review / S. Wolfert, L. Ge, C. Veldouwn, M.-J. Bogaardt // Agricultural Syatems. 2017. N.153. P. 69-80.

4. Bronson K. Smart Farming: including rights holders for responsible agricultural innovation // Technology innovation management review. 2018. Vol. 8. Issue. 2. P.7-14. DOI:10.22215/TIMREVIEW/1135
5. Regan A. Smart farming in Ireland: a risk perception study key governance actors // NJAS – Wagenigen J. of Life Sciences. 2019. Vol. 90-91. 100292 <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.02.003> (дата обращения 19.09.2020).
6. Sjaak Wolfert, Lan Ge, Cor Verdouw, Marc-Jeroen Bogaardt Big Data in Smart Farming – A review // Agricultural Systems. 2017. 153 P.69-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
7. Sundmaecker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., Pérez Freire, L. Internet of food and farm 2020. In: Vermesan, O., Friess, P. (Eds.) // Digitising the Industry - Internet of Things Connecting Physical, Digital and Virtual Worlds. 2016. – River Publishers, Gistrup Delft, P. 129–151.
8. Lacombe C., Couix N., Hazard L. Designed agroecological farming systems with farmers: a review // Agricultural systems. 2018. Vol. 165. P. 208-220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.014>
9. The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability / Edwards C.A., Grove T.L., Harwood R.R., Pierce Colfer C.J. // Agriculture, Ecosystems and Environment.1993. Vol.46. Is. 1-4. P.99-121. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(93\)90017-J](https://doi.org/10.1016/0167-8809(93)90017-J)
10. Yakushev V.P. *Vestnik RAN*. 2019. № 2. pp.11-15.
11. Mayorova M.A., Markin M.I. *Teoreticheskaya ekonomika*. 2019. № 2. <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovoe-zemledelie-v-proizvodstvenno-ekonomicheskoy-deyatelnosti-predpriyatiy-apk>
12. Shafeev R.Sh. *Ispol'zovanie zemel'sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v sovremennykh usloviyakh: pravovoy i ekonomicheskoy aspekt* [The use of agricultural land in modern conditions: legal and economic aspects]. Orenburg: Izd. tsentr OGAU, 2008. 159 p.
13. Pavlova A.I., Kalichkin V.K. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2018. № 1. V.48. pp. 80-88. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-1-11>
14. Global Agro-Ecological Zones: version 1.0. Model documentation // FAO Land and water digital media series 11. Italy: FAO, 2000. 78 p.

15. Global Agro-Ecological Zones assessment / G. Fischer, M. Shah, H. van Velthuisen, F. Nachtergaele. 2006. URL: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/8099/1/RP-06-003.pdf>
16. Global Agro-Ecological Zones: version 1.0. Model documentation / G. Fischer, F. O. Nachtergaele, S. Prieler at all. Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy, 2012. 179 p.
17. Rosinformagrotech. The volume and subject matter of the factual database “Machinery and equipment for agricultural production” (title from the screen). URL: <https://rosinformagrotech.ru/db/faktograficheskaya-bd-mashiny-i-oborudovanie-dlya-s-kh-proizvodstva/ob-em-i-tematika-bd>
18. Rostselmash. Automated help system “Agricultural machinery”. Wheeled tractors. (title from the screen). https://www.agrobase.ru/catalog/category/machinerycategory_393
19. Database of technical characteristics of tractors and bench tests of engines for optimal design of agricultural units. <http://www.vniiesh.ru/results/katalog/2152/9785.html>
20. Korolev A.A. *Geomatika*. 2011. № 2. <https://gisinfo.ru/item/84.htm>
21. Microsoft. *Rukovodstvo po arkhitekture zhurnala tranzaktsiy SQL Server i upravleniyu im* [Microsoft. SQL Server Transaction Log Architecture and Management Guide]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/sql-server-transaction-log-architecture-and-management-guide?view=sql-server-2017>
22. Connolly T., Begg K. *Bazy dannykh. Proektirovanie, realizatsiya i soprovozhdenie. Teoriya i praktika* [Databases. Design, implementation and maintenance. Theory and practice]. M.: Izd. dom Vil'yams, 2003. 1440 p.
23. Learning MySQL and MariaDB / by Russel J.T. Dyer. Beijing, Cambridge, Farnham, Köln, Sebastopol, Tokyo: O'Reilly Media, Inc., 2015. 443 c.
24. Kolisnichenko D.N. *PHP i MySQL razrabotka veb-prilozheniya* [PHP and MySQL web application development]. SPb.: BKhV-Peterburg, 2017. 640 p.
25. Drach V.E., Rodionov A.V., Chukhraeva A.I. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy*. 2018. V. 23. № 3. P. 71-80.
26. Morgunov E.P. *PostgreSQL. Osnovy yazyka SQL: uchebnoe posobie* [PostgreSQL. SQL Fundamentals: A Tutorial]. SPb.: BKhV-Peterburg, 2018. 337 p.

27. Panchenko I. *Otkrytye sistemy. SUBD*. 2015. № 3. P. 34-37.
28. Wang Jinqin, Wan Lixin, The comparison of Embedded Database Berkeley DB and SQLite, The application of SCM and Embedded System, 2005, 28(2). P. 5-7
29. About SQLite. URL: <https://www.sqlite.org/about.html>
30. Nemetz S., Schmitt S., Freiling F. A standardized corpus for SQLite database forensics. *Digital Investigation*. 2018. N.24. P. 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2018.01.015>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Павлова Анна Илларионовна, кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный университет экономики и управления; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
ул. Каменская, 52, г. Новосибирск, 630099, Российская Федерация;
р.п. Краснообск, Новосибирский район, Новосибирская область,
630501, Российская Федерация
annstab@mail.ru

Тихоновский Виталий Владимирович, кандидат технических наук
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий

DATA ABOUT THE AUTHORS

Pavlova Anna Illarionova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Novosibirsk State University of Economics and Management; Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology
52, Kamenskaya Str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation;
Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk region, 630501,
Russian Federation
annstab@mail.ru

Tikhonovsky Vitaly Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology
Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk region, 630501,
Russian Federation