

## 06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

УДК 502/504:631.6:004

DOI 10.34677/1997-6011/2019-3-7-13

**А.Н. НИКОЛАЕНКО**

Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва, Российская Федерация

**А.А. КАВОКИН**

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

### **КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «МЕЛИОРАЦИЯ»**

*В статье рассматриваются теоретические, методологические и содержательные аспекты разработки информационно-аналитической системы «Мелиорация» (ИАСМ). Мелиорация за время своего развития наработала значительный методологический опыт, и объем исследования требует современных подходов для их систематизации, обобщения, эффективного использования в проектировании мелиоративных и сельскохозяйственных систем, минимизации дублирования научных исследований. Эти цели могут быть достигнуты путем применения современных информационных технологий в мелиоративно-сельскохозяйственной науке. Составными частями таких технологий являются базы данных, экспертные, аналитические и системы принятия решений, которые в настоящее время разрабатываются и применяются в различных областях знаний. Основой разрабатываемой системы являются база данных (БД) и система управления базой данных (СУБД). Объекты системы: почва, растения, водные объекты и т.д. обладают определенными свойствами и структурой отображения этих свойств в табличной форме. В качестве первого объекта, свойства которого предполагается сохранять в предлагаемой БД ИАМС, здесь рассмотрен объект «почва» с его физическими и химическими характеристиками.*

*Мелиорация, информационная-аналитическая система, база данных, экспертные системы, почва, растения, водные объекты.*

**Введение.** Мелиорация сельскохозяйственных земель как самостоятельная прикладная наука за время своего развития наработала значительный методологический опыт и объем исследований мелиоративных объектов, используя, кроме собственных, данные смежных прикладных и фундаментальных наук (гидрологии, почвоведения, растениеводства, математики и т.д.). Накопленная информация требует современных подходов для ее систематизации и обобщения в целях эффективного использования при проектировании и эксплуатации мелиоративных сельскохозяйственных систем. Исключение дублирования научных исследований, сокращение сроков предварительных стадий мелиоративных проектов может быть достигнуто путем применения

современных информационных технологий в мелиоративно-сельскохозяйственной науке. Решение этих проблем может быть достигнуто в результате создания ИАСМ. Основой целью создания такой системы является широкое использование компьютеризированных баз данных, содержащих необходимую информацию для соответствующих экспертных и аналитических оценок проектов, систем поддержки принятия решений и автоматизированных систем проектирования, которые в настоящее время разрабатываются и применяются в различных областях знаний. В частности, в последние десятилетия была создана специальная научная дисциплина Data Mining [1], методы которой предназначены, в основном, для обработки сведений, хранящихся

в больших базах данных и содержащих миллионы строк фактической информации об исследуемых объектах. Очевидна своевременная необходимость применения уже накопленных и разработки новых методов для решения конкретных задач в мелиорации земель.

**Материалы и методы.** Основой информационных систем являются базы данных (БД) и системы управления базой данных (СУБД). В настоящее время хорошим примером такой разработки в почвоведении является ЕГРПР – единый государственный реестр почвенных ресурсов, являющийся комплексным описанием количественных и качественных свойств почв РФ.

Понятие и содержание БД менялось с развитием информационных технологий. Приведем некоторые из них, принятые в настоящее время. БД – это информационные модели, позволяющие в упорядоченном виде хранить данные о группе объектов, обладающие одинаковым набором свойств [2]. БД – это организованные структуры, предназначенные для хранения информации [3]. БД – именованная совокупность данных, отражающих состояние объектов и их отношение в рассматриваемой предметной области [4]. В соответствии с основными принципами проектирования баз данных [5, 11, 12] первым этапом проектирования БД является постановка задачи, т.е. определение основного ее назначения, и сбор общих сведений о количестве и типах, требованиях и ограничениях на данные, предполагаемые к сохранению в БД. (т.н. requirements specification – спецификация запросов). Собранная информация используется на втором этапе проектирования для определения структуры БД: тип БД (иерархическая, реляционная, и т.п.) количество и атрибуты конкретных таблиц для реляционных БД, способы связи между отдельными частями БД (т.н. целостность данных). Поскольку в настоящее время основным типом БД являются реляционные, имеющие форму 2-х мерных таблиц, то на этом же этапе обычно проводится их нормализация. Целью нормализации является построение такого набора таблиц данных, который является в некотором смысле оптимальным по соотношению между возможностью гибкого изменения или добавления новых данных в таблицы (избегая излишнего повторения) и целостностью данных (сохранения однозначной связи между данными, относящимися к одному объекту).

Обычно с БД работают две категории лиц. Первая категория – проектировщики. Их задача состоит в разработки структуры таблиц БД и согласование ее с заказчиком (или эта работа выполняется совместно с заказчиком). Кроме таблиц проектировщики разрабатывают и другие функциональные модули БД, предназначенные, с одной стороны, для автоматизации работ с базой, а с другой стороны – для ограничения функциональных возможностей работы с базой, если это необходимо из соображения безопасности. Проектировщики не наполняют базу конкретными данными. Исключение составляет экспериментальное наполнение модельными данными на этапе отладки модульных единиц базы.

Вторая категория лиц – пользователи. Они получают исходную базу данных от проектировщиков и занимаются ее наполнением и обслуживанием. В общем случае пользователи не имеют доступа к управлению структурой базы – только к выборочным данным, работа с которыми предусмотрена на конкретном рабочем месте. Соответственно, система управления базами данных имеет два режима работы: проектировочный и пользовательский. Первый режим предназначен для создания и изменения ее структуры и объектов. Во втором режиме происходит использование ранее подготовленных объектов для заполнения базы или получение данных из нее. Как любой программно-технический комплекс БД, СУБД существуют во времени и проходят определенные этапы своего развития: проектирование, реализация, эксплуатация, модернизация и развитие, реорганизация. Проектирование. На этом этапе происходит разработка инфологической и физической модели БД. Инфологические модели данных используются на ранних стадиях проектирования для описания структур данных в процессе разработки приложения и не зависят от используемой СУБД. Инфологические или семантические модели отражают в естественной и удобной форме информационно-логический уровень абстрагирования, связанный с фиксацией и описанием объектов предметной области, их свойств и взаимосвязей. Физический уровень – данные, расположенные в файлах или страничных структурах, расположенных на внешних носителях информации. Реализация. Это выбор или создание СУБД, выбор физических устройств хранения информации,

создание БД. Эксплуатация. Первоначальное заполнение БД, регулярное создание архивных копий. Модернизация и развитие. Изменение существующих таблиц, добавление новых таблиц, добавление новых правил – ограничений. Реорганизация. Анализ вносимых изменений и их эффективности, принятие решения о реорганизации БД [5].

**Результаты и обсуждения.** БД информационно – аналитической системы «Мелиорация». Основные объекты ИАСМ (почва, водные объекты, климат, растения) находятся во взаимодействии (или в окружении) с некоторыми другими, внешними по отношению к ним, системами: климатом, экологией, экономикой. Состояние окружения влияет и даже может определять текущее состояние свойств объектов. Свойства объектов могут изменяться под воздействием методов (технологий), назначение которых – изменять свойства объектов и переводить их в новое, требуемое состояние. Это в основном различные мелиоративные технологии: орошение, осушение, дренаж, применение удобрений и микроэлементов, применение химических мелиорантов, сорбентов вредных веществ и т.д. Мы подразделяем методы, изменяющие исходные свойства объектов, на экспериментальные и виртуальные. Экспериментальные методы – это результаты реальных натуральных исследований, применяемые к мелиоративным объектам и изменяющие их свойства по схеме: исходные свойства -> мелиоративное воздействие -> конечные свойства, что должно быть отражено в базах данных соответствующих объектов. Виртуальные методы, составляющие аналитическую надстройку для СУБД ИАСМ, – это методы прогноза конечного состояния объекта, основанные на использовании математических моделей для компьютерного моделирования технологических процессов, изменяющие те или иные свойства объектов, например [10]. Для этой цели могут быть применимы также аналоговые и статистические модели, нейронные сети, экспертные и информационно-советующие системы.

В наиболее обобщенном виде предлагаемая БД ИАСМ имеет структуру, изображенную на рисунке 1. Функциональные назначения отдельных блоков понятны из их названий. Весьма важным, по нашему мнению, является блок «Предварительная обработка и подготовка данных для сохранения на Сервере Баз Данных (СБД)». Этот блок

должен содержать модуль унификации используемых единиц измерения входящих данных, модули обработки сомнительных данных и «шумов», (например, для статистической обработки выделяющихся значений) содержащий связанные между собой модули обработки отсутствующих или ошибочных данных, модули предварительной статистической обработки входящих данных, основное назначение которых – повышение надежности данных, хранящихся на сервере СБД, за счет исключения очевидных (или грубых) ошибок возникающих, например, при вводе и последующей передаче информации.

Серверы СУБД (OLAP – On-Line Analytical Processing) предназначены для хранения информации необходимой для решения запросов со стороны пользователей к базам данных. Они должны содержать соответствующие программные средства для предварительной аналитической обработки данных по запросам типа опциональных команд языка SQL: ORDER BY, GROUP BY, HAVING и др. Эти сервера также используются для создания временных наборов данных (таблиц), полученных с СБД, например, при расчетах и оценке применения различных вариантов мелиоративных методов на конкретном объекте.

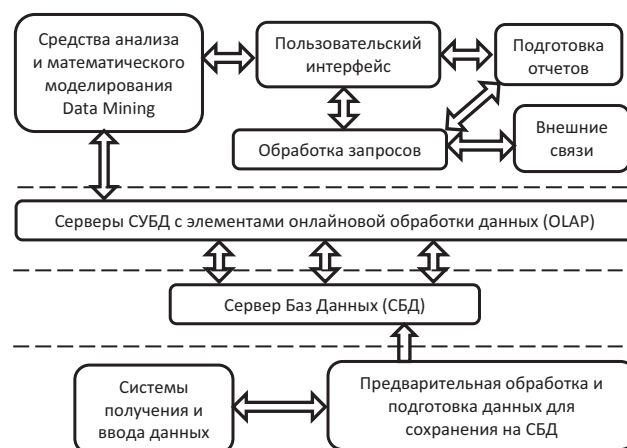


Рис. 1. Общая схема предлагаемой информационно-аналитической системы «Мелиорация» (ИАСМ)

Блоки верхнего уровня содержат необходимое программное обеспечение для решения пользовательских запросов. Например, если в меню пользовательского интерфейса входит пункт «Предоставление гидрологических характеристик какой-либо территории, то понятно, что потребуются

еще дополнительные, уточняющие запросы об идентификационных характеристиках объекта, способе предоставления результатов поиска и т.п. Пример части возможного древовидного графа формирования такого запроса показан на рисунке 2. После того как пользователь сформировал запрос, значения выбранных ответов А, В, ..., F передаются в блок анализа и математического моделирования, который произведет выборку и последующую обработку соответствующих данных, если таковые имеются в базах сервера СБД. Необходимо предусмотреть также возможность аналогичной обработки запросов в режиме on-line через модуль «внешняя связь». Очевидно, что еще более разветвленное меню запросов должно

использоваться при необходимости оценки воздействия какого-либо мелиоративного метода на объект. Например, для запроса о прогнозе изменения засоленности почвенного слоя вследствие изменения режима орошения, помимо стандартных гидро-мелиоративных характеристик объекта, хранящихся на сервере СБД, (местоположение, климат, глубина залегания водоупора и поверхности грунтовых вод и их минерализация, коэффициенты фильтрации водоносного горизонта, исходное засоление почвы и т.п.) потребуются также данные о методе воздействия – режиме и нормах орошения на прогнозируемый период, о предполагаемых модулях дренажного стока, о внесении удобрений и т.п.

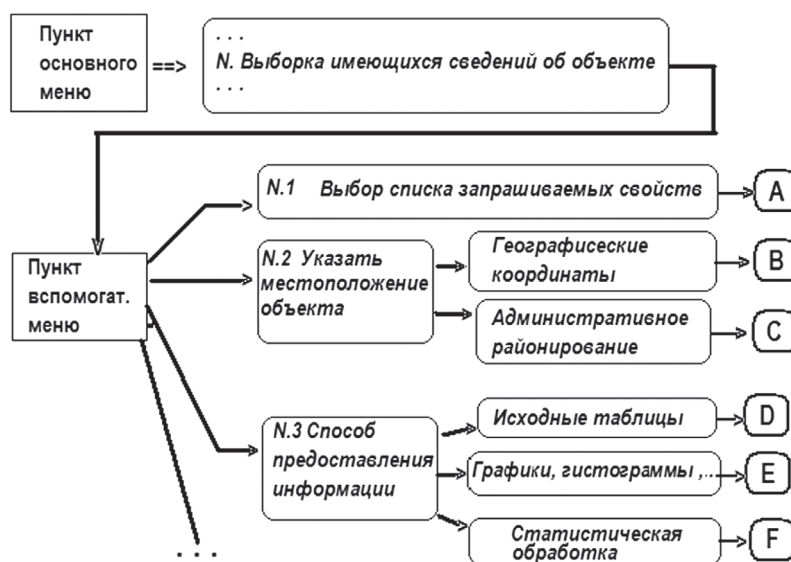


Рис. 2. Пример возможной схемы формирования запроса к ИАСМ

Модуль Data Mining в блоке анализа может быть использован, например, для поиска объектов с похожими свойствами (построение кластера), или для выявления определенных закономерностей, связей между свойствами объектов, например, зависимости засоленности участков от их местоположения (климата), экспозиции, гидрологических характеристик и т.п. Можно использовать имеющиеся в СБД сведения о свойствах объектов, определенные в разное время, также и для выявления тенденций их изменения. И это может быть основой для экспертной оценки необходимости применения методов мелиорации (улучшения) почв.

Открытая структурная схема ИАСМ позволяет постепенно наращивать ее возможности путем подключения дополнительных блоков. Предполагается, что первоначальное

ядро системы должно содержать блоки Ввода и Предварительной обработки данных, минимальный набор баз данных на СБД и блок Пользовательского интерфейса для выполнения простых статистических и поисковых запросов, наиболее часто возникающих в практике мелиорации земель. По мере развития системы, подключаются блоки моделирования и более сложных запросов, в частности, связанных с оценкой существующих тенденций и прогнозируемых изменений производительности (плодородия) земель, системы экспертных оценок и поддержки принимаемых решений. Предполагается также наложение хранящейся на СБД информации на карты различного рода (географические, почвенные, мелиоративные и т.п.)

Исходя из главной задачи мелиорации земель – поддержание и повышение уровня



продуктивности территорий сельскохозяйственного назначения – в основу разрабатываемой системы могут быть включены Объекты (entities): почва, водные объекты, климат, растения, которые обладают характерными свойствами. Свойства Объектов, как количественные, так и качественные, (например, содержание азота, типы минерализации воды или засоленности почв) записываются, как правило, в табличной форме и могут быть сохранены в соответствующих разделах БД. Каждый «большой» Объект, например, почва, содержит множество «малых» объектов с набором одинаковых свойств. В качестве примера можно рассмотреть Объект системы – Почва, обладающий определенным набором свойств и формой их представления [6]. Рассмотрим более подробно Объект БД системы – Почва.

Согласно современным представлениям, почва является природно-историческим телом, покрывающим поверхность суши. Почва обеспечивает поддержание жизни на планете путем выполнения ряда важнейших природно-экологических и социально-экономических функций. В общем виде общепланетарные функции определяются ролью почвы в процессах, регулирующих состояние основных геосфер Земли: атмосферы, биосферы, гидросферы и литосферы. В более узком значении почва как объект сельскохозяйственных мелиораций является средой произрастания растений, источником элементов их питания, водообеспечения, определяет биопродуктивность природных экосистем.

Почва как сложный природный продукт характеризуется набором свойств в их качественном и количественном выражении, которые принимают различные значения для различных ее разновидностей. Кроме того, эти свойства могут изменяться во времени для одного и того же почвенного объекта в процессе его генезиса или в результате антропогенного воздействия.

Свойства почв. Как особое естественно-историческое образование почва характеризуется сложным вещественным составом. Оно описывается разнообразными морфологическими, химическими и физическими свойствами.

Морфологические свойства. Морфологические свойства почв представляют совокупность внешних признаков, доступных простому визуальному или простому инструментальному, например, при помощи ленты с сантиметровыми делениями, наблюдению.

Иногда используются более точные инструменты визуального исследования, например, поляризационные микроскопы, применяемые для изучения микроскопических морфологических признаков почв.

Химические свойства почв. Химические свойства включают обширный круг почвенных показателей состава минеральной и органической частей почв и протекающих в почвах процессов на ионно-молекулярном и коллоидном уровнях. Эти показатели, определяемые лабораторными аналитическими методами, и их совокупность определяет структуру БД Объекта – Почва [7].

В почвоведении приведено более ста показателей химических свойств почв. Из всего многообразия выберем основные, на наш взгляд, свойства, которые определяют структурные, продуктивные, экологические характеристики почвенных объектов и могут составить основу химических свойств мелиоративного мониторинга почв (табл. 1). В данном случае приведенные нами химические свойства почв разделены на группы: пищевые, солевые и экологические. В последнюю, экологическую группу добавлены свойства, отражающие содержание токсичных тяжелых металлов и радиоактивных элементов.

Методы количественного определения показателей химических свойств составляют довольно значительный раздел химии почв [7]; Вопросы радиоактивности почв и методов ее измерения достаточно подробно изложены в монографии [8]. Единицами измерения радиоактивности являются беккерель и кюри: Беккерель (Bg),  $1 \text{ Bk} = 1 \text{ расп/с}$ ; Кюри (Ci),  $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ расп/с}$ . Содержание радиоактивного вещества в различных материалах, например, почве, оценивается по удельным активностям  $a_m, a_v$ .  $a_m = A/m$  – массовая удельная активность,  $a_v = A/v$  – объемная удельная активность. Распад радиоактивных элементов сопровождаются появлением  $\alpha, \beta, \gamma, n$  – излучений, которые негативно влияют на биологические объекты.

Физические свойства. Физические свойства почв представляют совокупность свойств, характеризующих состояние почвы и ее отношение к различным физическим воздействиям и также определяют набором характеристик, имеющих определенные размерности. Физические свойства почвы определяются гранулометрическим и минералогическим составом частиц, качеством и содержанием органического вещества,

агрегированностью почвенных частиц, сложением, пористостью и плотностью почв, а также соотношением и составом разных фаз почвы (твердой, жидкой и газообразной). Принято рассматривать в почвоведении 42 физических свойства почв, наиболее важные из которых для задач мелиорации приведены в таблице 2. Крайне желательно

в свойствах почвенного объекта указывать важные для мелиорации характеристики: уровень грунтовых вод, их мощность, химический состав и концентрацию основных ионов.

Определения физических свойств почв, методы их изучения и измерения приведены в [9].

Таблица 1

**Химические свойства почв и показатели мелиоративного мониторинга**

| СВОЙСТВО                              | ОПРЕДЕЛЕНИЕ   |
|---------------------------------------|---|
| <b>ПИЩЕВЫЕ СВОЙСТВА (S_FERT)</b>      |   |
| MnO <sub>2</sub> в почве              | Содержание марганца в почве в пересчете на MnO <sub>2</sub>   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в почве | Содержание фосфора в почве в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   |
| K <sub>2</sub> O в почве              | Содержание калия в почве в пересчете на K <sub>2</sub> O  |
| Общий азот                            | Содержание общего азота   |
| Гумус                                 | Содержание гумуса   |
| Микроэлементы                         | Содержание Zn, Cu, Co, Mo, B, мг/кг   |
| <b>СОЛЕВЫЕ СВОЙСТВА (S_CHEM)</b>      |   |
| Водная вытяжка                        | Содержание анионов HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , мг.экв/100 г.      |
|                                       | Содержание катионов Na <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , мг.экв/100 г.                               |
| Состав ионов ППК                      | Содержание ионов Na <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> в почвенном поглощающем комплексе, мг.экв/100 г. |
| ЕКОст                                 | Емкость катионного обмена стандартная   |
| рН водной суспензии                   | рН водной суспензии (рН Н <sub>2</sub> O, потенциометрический метод)  |
| <b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА (S_ECO)</b> |   |
| Токсичные тяжелые металлы             | Содержание Cd, Hg, Pb, мг/кг  |
| Радиоактивность                       | Мерой радиоактивности А является скорость распада числа радиоактивных атомов N за время t: A = N/t                      |

Таблица 2

**Основные физические свойства почв**

| Свойство  | Определение  |
|---|--|
| Гранулометрический состав (аналитический метод) | Гранулометрический состав почвы (аналитический метод по Качинскому)                |
| Удельная поверхность                            | Величина удельной поверхности почвы  |
| Плотность почвы                                 | Отношение массы сухой почвы, взятой без нарушения природного сложения, к ее объему |
| Плотность твердой фазы                          | Плотность твердой фазы почвы   |
| Порозность почвы                                | Порозность почвы   |
| Гигроскопическая влажность                      | Гигроскопическая влажность (ГВ) почвы  |
| Наименьшая влагоемкость                         | Наименьшая влагоемкость (НВ) почвы   |
| Влажность завядания                             | Влажность завядания (ВЗ) почвы   |
| Полная влагоемкость                             | Полная влагоемкость (ПВ) почвы   |
| Водопроницаемость                               | Величина водопроницаемости почвы   |
| Коэффициент фильтрации                          | Коэффициент фильтрации участка почвы   |

**Заключение**

В дальнейшем предполагается разработать структуру данных и для других объектов ИАСМ: Вода-гидрология, Климат, Растения. Результаты разработки могут быть использованы научными

и проектными организациями мелиоративного и сельскохозяйственного профиля, а также правительственными и государственными органами для мониторинга ресурсных составляющих водного и сельского хозяйства.

**Библиографический список**

1. **Грабауров В.А.** Информационные технологии для менеджеров. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 27.
2. **Угринович Н.Д.** Информатика и информационные технологии. – М.: БИНОМ, 2004. – 379 с.
3. Информатика. Базовый курс. / Под ред. Симановича С.В. – СПб.: Питер, 2000. – 328 с.
4. **Роланд Ф.Д.** Основные концепции баз данных. – М.: Вильямс, 2014. – 10 с.
5. **Дейт К.** Введение в системы баз данных. – М.: Вильямс, 2013. – 1072 с.
6. **Николаенко А.Н.** Особенности мониторинга земель при мелиорации почв. / Мат-лы международной научно-практической конференции «Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства». Москва, 5-6 октября 2017. – М.: ВНИИГиМ, 2017. – С. 282-285.
7. **Воробьева Л.А.** Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
8. **Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П.** Сельскохозяйственная радиология. – СПб.: Лань, 2011. – 416 с.

9. **Качинский Н.А.** Физика почвы, ч. 2. – М.: Высшая школа, 1970. – 360 с.

10. **Николаенко А.Н.** Математическое описание физико-химических процессов азотно-солевого комплекса почв. // Доклады РАСХН. – 2002. – № 2. – С. 38-41.

11. **I. Sommerville.** Software Engineering, 9-th edition, Pearson Education Inc., 2011, pp. 773

12. **R. Elmasri, S.B. Navathe.** Fundamentals of Database Systems, 7th Edition, Pearson, 2016, pp. 1200.

Материал поступил в редакцию 19.03.2019 г.

**Сведения об авторах**

**Николаенко Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор, в.н.с. ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д. 44/2; e-mail: al.nikolaenko@yandex.ru

**Кавокин Алексей Александрович**, канд. физ-мат. наук, профессор Каз. Национальный университет им. Аль-Фараби; 050040, г. Алматы, e-mail: kavokin\_alex@yahoo.com

**A.N. NIKOLAENKO**

Federal state scientific institution All-Russian research institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

**A.A. KAVOKIN**

Kazakh national university named after Al-Farabi, Republic of Kazakhstan, Almaty

## **CONCEPT OF DEVELOPMENT OF THE INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM «LAND RECLAMATION»**

*In article theoretical, methodological and substantial aspects of development of the information-analytical system «Melioration» (IASM) are considered. Melioration during its development has acquired considerable methodological experience, and the volume of researches requires modern approaches for their systematization, generalization, effective use in design of land reclamation and agricultural systems, minimization of duplication of scientific investigations. These targets can be achieved by using modern information technologies in the land reclamation and agricultural science. Components of such technologies are databases, expert, analytical and decision support systems which are being developed and applied in various fields of knowledge. The basis of the developed system is the database (DB) and the database management system (DBMS). System objects: soil, plants, water objects, etc. possess certain properties and structure of reflection of these properties which are usually stored in a tabular form. As the first object of the database system IAMS the object «soil» is considered with its physical and chemical characteristics.*

*Land reclamation, information-analytical system, database, expert systems, soil, plants, water objects.*

**References**

1. **Grabaurov V.A.** Informatsionnye tehnologii dlya menedzerov. – М.: Finansy i statistika, 2002. – S. 27.

2. **Ugrinovich N.D.** Informatika i informatsionnye tehnologii. – М.: BINOM, 2004. – 379 s.

3. Информатика. Базовый курс. / Под ред. Симановича С.В. – СПб.: Питер, 2000. – 328 с.

4. **Roland F.D.** Osnovnye kontseptsii baz dannyh. – M.: Vilyams, 2014. – S. 10.

5. **Deit K.** Vvedenie v sistemy baz dannyh. – M.: Vilyams, 2013. – 1072 s.

6. **Nikolaenko A.N.** Osobennosti monitoring zemel pri melioratsii pochv. / Mat-ly mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologicheskie aspekty melioratsii, gidrotehniki i vodnogo hozyajstva». Moskva, 5-6 oktyabrya 2017. – M.: VNIIGiM, 2017. – S. 282-285.

7. **Vorobjeva L.A.** Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv. – M.: GEOS, 2006. – 400 s.

8. **Fokin A.D., Lurje A.A., Torshin S.P.** Sel'skohozyajstvennaya radiologiya. – SPb.: Lan, 2011. – 416 s.

9. **Kachinsky N.A.** Fizika pochvy, ch. 2. – M.: Vysshaya shkola, 1970. – 360 s.

10. **Nikolaenko A.N.** Matematicheskoe opisanie fiziko-himicheskikh protsessov azotno-solevogo kompleksa pochv. // Doklady RASHN. – 2002. – № 2. – S. 38-41.

11. **I. Sommerville.** Software Engineering, 9-th edition, Pearson Education Inc., 2011, pp. 773

12. **R. Elmasri, S.B. Navathe.** Fundamentals of Database Systems, 7th Edition, Pearson, 2016, pp. 1200.

The information was received at the editorial office 19.03.2019 g.

#### Information about the authors

**Nikolaenko Alexandr Nikolaevich**, doctor of technical sciences, professor, leading researcher, FSBSI «BNIIGiM named after A.N. Kostyukov»; 127550, Moscow, ul. B. Akademicheskaya, d. 44/2; e-mail: al.nikolaenko@yandex.ru

**Kavokin Alexej Alexandrovich**, candidate of physical-mathematical sciences, professor of Kazakh national university named after Al-Farabi; 050040, Almaty, e-mail: al.nikolaenko@yandex.ru

УДК 502/504:631.4:004.65

DOI 10.34677/1997-6011/2019-3-13-20

**Н.В. КОЛОМИЙЦЕВ, А.В. МАТВЕЕВ, Б.И. КОРЖЕНЕВСКИЙ**

Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва, Российская Федерация

## ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ВЕБ-СИСТЕМА «ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ»

*Разработанная информационно-аналитическая система по выбору технологий восстановления и использования сельскохозяйственных угодий позволяет принимать научно обоснованные и своевременные решения по улучшению состояния деградированных агроландшафтов. Веб-система имеет два интерфейса: пользовательский и административный. Пользовательский интерфейс предоставляет доступ к базе данных в режиме просмотра и поиска информации. Административный интерфейс доступен после ввода имени пользователя и пароля и позволяет добавлять, изменять и удалять информацию. Главное меню веб-системы состоит из семи основных пунктов, названия которых полностью соответствуют назначению: «Почвы», «Тип деградации», «Воздействие», «Вид загрязнения», «Объект», «Категория», «Рекомендуемые технологии и подэтапы». После установки требуемых критериев поиска в различных пунктах меню и нажатия кнопки «Запрос» система извлекает записи из базы данных, соответствующие искомым критериям. Для интересующей записи можно получить подробную информацию о рекомендуемых технологиях, вызвать связанные ГИС-карты или интерактивные онлайн-карты специализированных картографических сервисов (например, Google Maps или Яндекс. Карты), просмотреть прикрепленные материалы в формате DOC, XLS, PDF, CDR и т.д. При необходимости возможна интеграция данной системы с другими программными продуктами и онлайн-сервисами. В веб-системе реализована мультиязычная поддержка. Одним из компонентов разработанной веб-системы является подсистема резервного копирования базы данных,*