

Образец ссылки на эту статью: Иванов Н.В., Юров С.С. Разработка информационной системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов ее структуры // Бизнес и дизайн ревю. 2022. № 2 (26). С. 31-43.

УДК 338.43

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕЕ СТРУКТУРЫ

Иванов Николай Владимирович

ФБГОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49), бакалавр направления «Прикладная информатика», emailnikolay@yandex.ru, +7-915-058-63-32

Юров Сергей Серафимович

АНО ВО «Институт бизнеса и дизайна», Москва, Россия (129090, Москва, Протопоповский переулок, 9), ректор, главный редактор журнала «Бизнес и дизайн ревю», +7 (495) 684 2526, inobe@obe.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной теме развития цифровых технологий в сельском хозяйстве. Актуальность данной проблемы обусловлена объективной необходимостью развития цифровых технологий в сельском хозяйстве. Для изучения развития сельского хозяйства важна информация, отражающая изменение ее основных показателей, в которые, в частности, входит урожайность. С течением времени требуются все новые подходы к организации наблюдения, обработке полученной информации и формированию системы показателей, характеризующих качество урожая зерновых культур. Цель исследования: разработка информационной системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов ее структуры. Основной метод исследования – статистический анализ.

Ключевые слова: информационная система; проектирование информационной системы; разработка информационной системы; зерновые культуры; анализ урожайности; программирование.

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR ANALYZING THE YIELD OF GRAIN CROPS AND THE MAIN ELEMENTS OF ITS STRUCTURE

Ivanov Nikolay Vladimirovich

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia (127550, Moscow, Timiryazevskaya street 49), Bachelor of Applied Computer Science, emailnikolay@yandex.ru, +7-915-058-63-32

Yurov Sergey Serafimovich

Institute of Business and Design (B&D), Moscow, Russia (Russia, 129090, Moscow Protopopovskiy lane, 9), rector, Chief Editor of the magazine «Business and design review», inobe@obe.ru

Abstract. The article is devoted to the topical topic of the development of digital technologies in agriculture. The relevance of this problem is due to the objective need for the development of digital technologies in agriculture. To study the development of agriculture, it is important to have information reflecting the change in its main indicators, which, in particular, include yield. Over time, new approaches to the organization of observation, processing of the information received and the formation of a system of indicators characterizing the quality of grain crops are required. The purpose of the study: to develop an information system for analyzing the yield of grain crops and the main elements of its structure. The main research method is statistical analysis.

Keywords: information system; information system design; information system development; grain crops; yield analysis; programming.

Введение

Одна из основных задач любой страны – обеспечение продовольствием своего населения. В мировой системе жизни государства она может проявляться в нехватке жизненно необходимого продовольствия. Если в настоящее время это касается в основном отдельных регионов мира, прежде всего развивающихся стран, то в недалёкой перспективе это может коснуться всего человечества.

Главную роль в обеспечении продовольственного благополучия государств имеет зерновое хозяйство. Зерно является главным продовольственным товаром, может использоваться на кормовые цели, а также цены на зерно часто определяют ценовую политику на значительную часть других продовольственных товаров.

Проблема повышения эффективности развития зерновой отрасли остается одним из важнейших приоритетов национально экономической политики Российской Федерации, поскольку зерновое производство является системообразующим сегментом АПК.

Для изучения развития сельского хозяйства важна информация, отражающая изменение ее основных показателей, в которые, в частности, входит урожайность. С течением времени требуются все новые подходы к организации наблюдения, обработке полученной информации и формированию системы показателей, характеризующих качество урожая зерновых культур.

Таким образом, с каждым годом возрастает необходимость использования различных компьютерных технологий, позволяющих повысить урожайность сельскохозяйственных культур, и снизить их себестоимость [1, с. 8-11; 2, с. 333-336; 3, с. 303-308]. Одним из вариантов применения современных технологий на практике является создание автоматизированных систем для анализа эффективности

сельскохозяйственного производства, что мы видим на примере Agriculture [4, с. 155-162; 5, с. 170-177].

Цель исследования: разработка информационной системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов ее структуры.

Методы исследования

Исследование базируется на работах ведущих российских и зарубежных ученых. Основной метод исследования – статистический анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Зерновые культуры – важнейшая группа возделываемых растений, дающих зерно, основной продукт питания человека, сырье для многих отраслей промышленности и корма для сельскохозяйственных животных.

Урожай и урожайность – важнейшие результативные показатели растениеводства и сельскохозяйственного производства в целом. Уровень урожайности отражает воздействие экономических и природных условий, в которых осуществляется сельскохозяйственное производство, и качество организационно-хозяйственной деятельности каждого предприятия.

Показатели компонентов, от которых зависит величина урожая, называются структурой урожая. Так, при анализе структуры урожая зерновых культур нужно учитывать густоту растений, продуктивную кустистость, число стеблей с колосом на 1м², число колосков и зерен в колосе, массу зерна с одного колоса, долю зерна в надземной биомассе (индекс урожая), биологический урожай зерна.

Биологический урожай – количество продукции, выращенной на единице площади. При этом хозяйственный урожай будет всегда меньше биологического урожая, так как учитывается величина потерь при уборке сельскохозяйственной культуры [6, с. 65-78].

Урожайность на корню перед началом своевременной уборки может быть определена тремя способами:

1. Глазомерно, путем тщательного осмотра посевов перед уборкой (так называемый субъективный метод);

2. Инструментально, путем выборочного наложения метровок на посевы перед уборкой (объективный метод);

3. Путем вычисления (методом балансовых расчетов) на основании сплошных данных о фактическом сборе и выборочных данных о потерях.

Анализ урожая и урожайности имеет большое значение, так как эти данные дают возможность судить о ресурсах сельскохозяйственной продукции в нашей стране, экспорта и импорта зерна, овощей, фруктов. Эти данные также необходимы:

- 1) для планирования производства продукции растениеводства на близкую и далекую перспективу;
- 2) для организации заготовок сельскохозяйственной продукции;
- 3) для распределения и перераспределения продовольствия в стране;
- 4) для организации перевозок сельскохозяйственной продукции, строительства складского хозяйства.

Для правильного определения всех видов урожайности необходимо использовать конкретную методику, которая подходит под определенный тип урожая, например, риса [7, с. 25-29]. Определение урожайности на корню пропашных культур осуществляется методом отбора проб урожая с части рядка известной длины (участка отбора пробы) с последующим пересчетом полученной урожайности на общую площадь поля¹.

Для ряда сельскохозяйственных культур важное значение имеет такой показатель продуктивности, как чистый сбор в расчете на 1 га весенней продуктивной площади.

Рассмотрим процесс анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры агрономом на поле. Заказчик поручает агроному выполнение работы по анализу урожайности. Агроном выбирает участок для анализа урожайности, собирает данные для дальнейшего анализа по традиционной методике, описанной выше. О результатах анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры сообщается заказчику, который принимает управленические решения по полученным результатам.

Построив модель «как есть» выявлены следующие недостатки:

- значительные затраты времени на производство работы;
- значительные затраты ручного труда.

Для повышения эффективности труда, минимизации количества операций, выполняемых вручную и временных затрат на их выполнение, рекомендуется внедрение современных средств анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры, основанных на цифровых технологиях.

Для оптимизации временных затрат можно использовать метод «горизонтальное сжатие» посредством внедрения информационной системы, выполняющей четкий и быстрый анализ урожайности зерновых культур.

Таким образом, модель бизнес-процесса «как должно быть» создается на основе модели «как есть» с устранением недостатков в существующей организации бизнес-процесса. Совершенствование бизнес-процесса достигается за счет устранения выявленных на базе анализа «как есть» узких мест.

В итоге устранена большая часть ручного труда при расчете структуры урожайности и биологической урожайности.

¹ Методика определения урожайности на корню [Электронный ресурс]. URL: <http://www.naai.ru/upload/iblock/a03/a0392c94bf74f2b7b03dc3b14a92fc41.pdf> (дата обращения: 26.02.2022).

Система может использоваться не только агрономическими службами, но и другими подразделениями сельскохозяйственного предприятия или сторонними организациями.

На рынке АПК существует различное программное обеспечение, например, FarmWorks, которое позволяет создавать и работать с картами полей, осуществление статистического анализа карт [8, с. 163-165]. Минусом данного программного обеспечения является высокая стоимость, т.к. работают лишь в комплекте с дорогостоящей техникой конкретных производителей².

К наиболее известным программным продуктам на аграрном рынке СНГ можно отнести:

1. Импортные программы: eLMID, AGRO-NET NG, AGRO-MAP PF, «Аграр Офис» (Германия), Ag Leader SMS, FarmWorks (США).

2. Российские разработки: «Панорама АГРО» (КБ Панорама), «Сводное планирование в сельском хозяйстве», «Агрокомплекс» (АдептИС), «АгроХолдинг» (ЦПС), «1С Управление сельскохозяйственным предприятием» (Черноземье Интеко), «1С Бухгалтерия сельхозпредприятия» (АгроСофт).

Следует отметить, что при разработке российских программ в основном решались задачи управленческого, бухгалтерского и налогового учета в аграрном секторе, а при создании зарубежных – задачи обеспечения технологий точного земледелия (управление техникой, дозирующими устройствами, картирования полей) с минимальным анализом процессов формирования почвенного плодородия при оптимизации продуктивности полевых культур.

Все это и явилось причиной того, что данные программные продукты до сих пор не получили широкого распространения в сельскохозяйственном производстве.

В связи с этим была выявлена необходимость в разработке информационной системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры.

Контекстная диаграмма системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры представлена на рисунке 1.

² Farm Works [Elektronnyi resurs]. URL:
https://farmworks.com/files/manuals/FW_Mapping_Russian.pdf (data obrashcheniia: 27.02.2022).

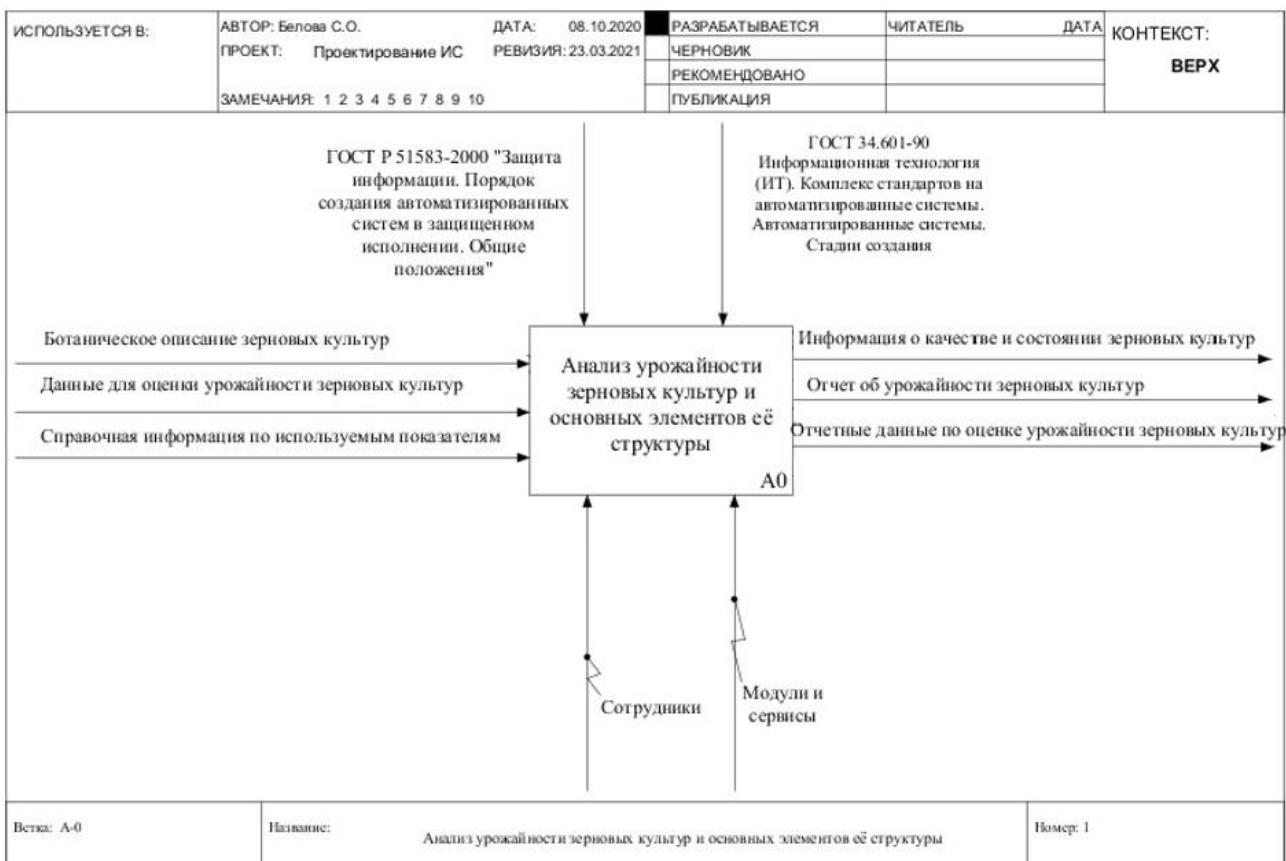


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма ИС в нотации IDEF0

На вход информационной системы поступают:

- ботаническое описание зерновых культур;
- данные для оценки урожайности зерновых культур;
- справочная информация по используемым показателям.

На выходе информационной системы имеем:

- информация о качестве и состоянии зерновых культур;
- отчет об урожайности зерновых культур;
- отчетные данные по оценке урожайности зерновых культур.

В управляющие потоки входит ГОСТ Р 51583-2000 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения» и ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».

Для полноценной работы системы необходимы следующие ресурсные потоки:

- сотрудники;
- модули и сервисы.

Диаграмма декомпозиции описывает исследуемую систему более детально за счет деления функций на подфункции.

Диаграмма декомпозиции системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры представлена на рисунке 2.

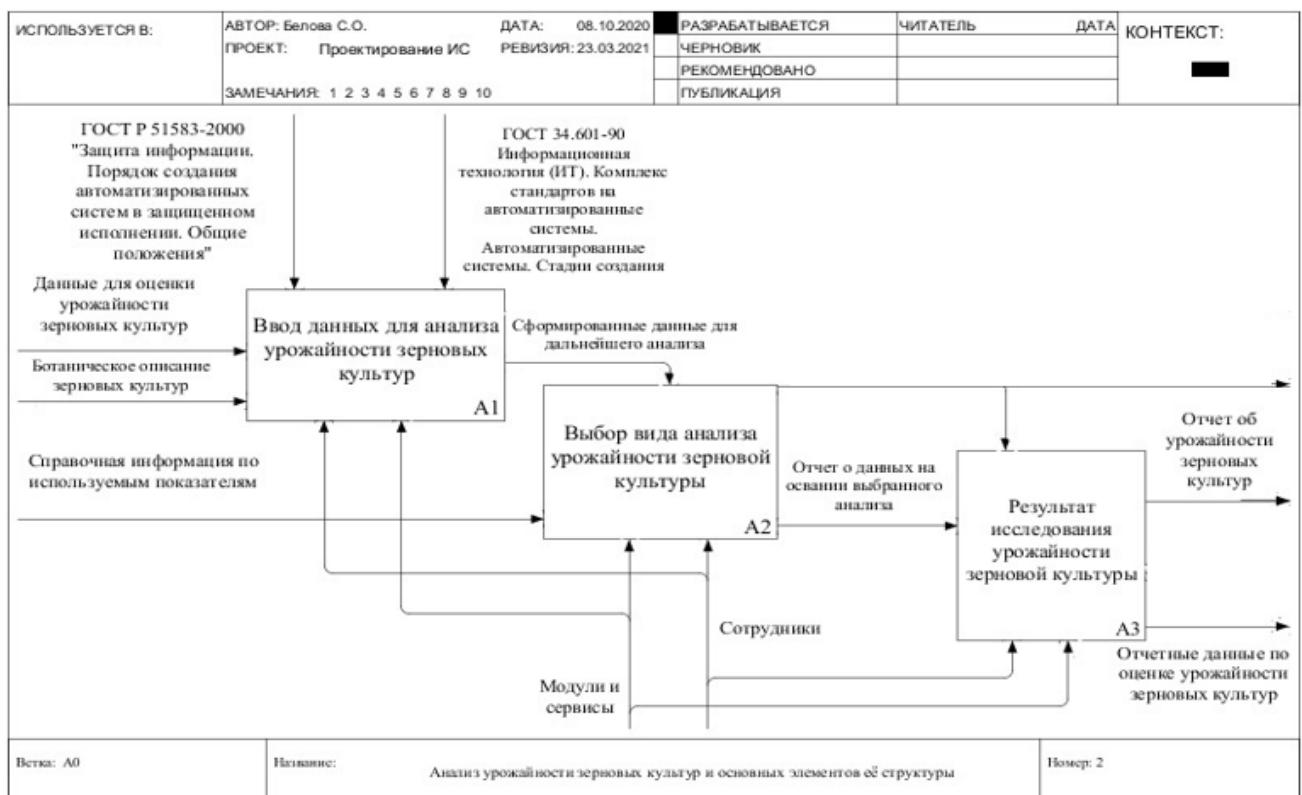


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции ИС в нотации IDEF0

После декомпозиции контекстной диаграммы сформировали три диаграммы декомпозиции:

- ввод данных для анализа урожайности зерновых культур;
- выбор вида анализа урожайности зерновой культуры;
- результат исследования урожайности зерновой культуры.

Для описания внешних по отношению к системе источников и адресатов данных, логических функций, потоков данных и хранилищ данных, к которым осуществляется доступ, строятся диаграммы потоков данных (рисунки 3-5).

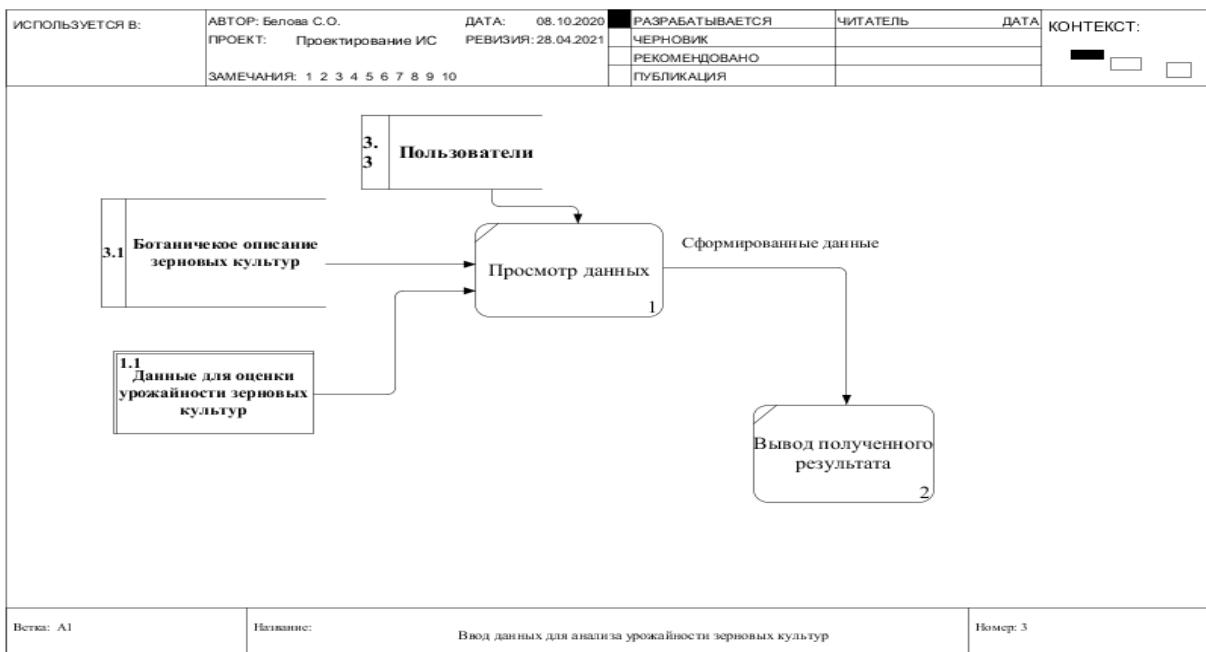


Рисунок 3 – Диаграмма потоков данных в нотации DFD «Ввод данных для анализа урожайности зерновых культур»

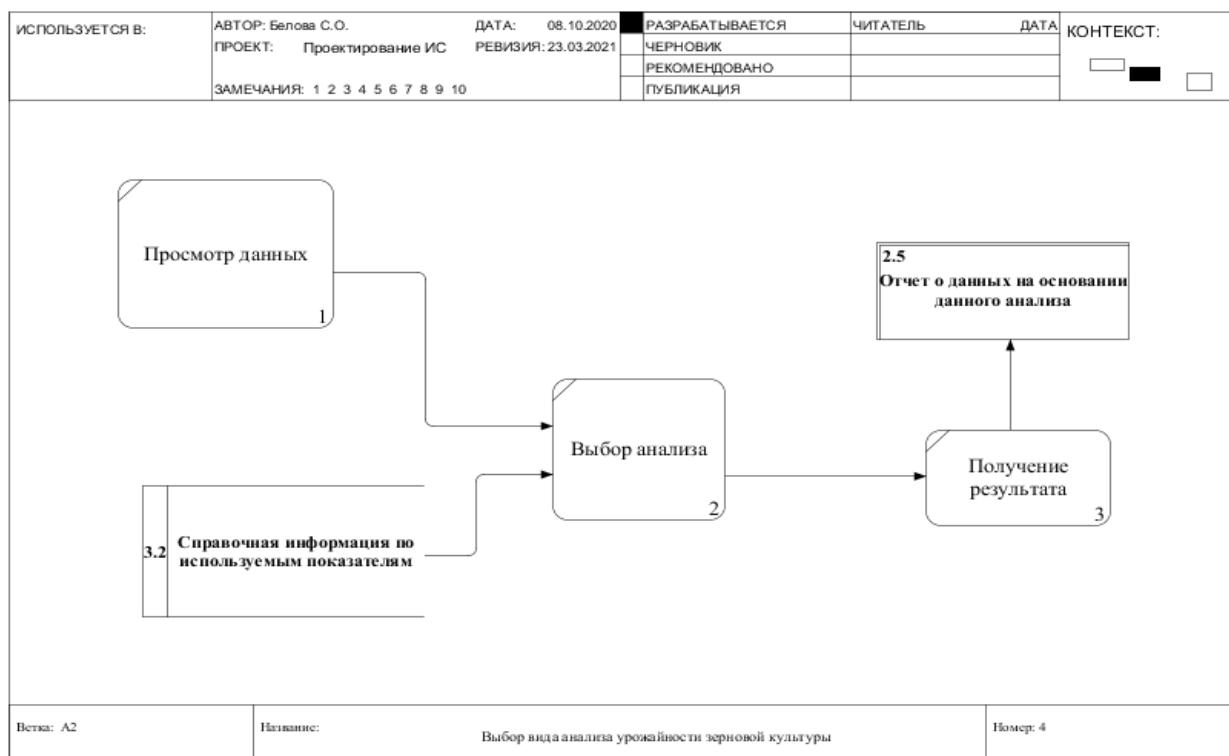


Рисунок 4 – Диаграмма потоков данных в нотации DFD «Выбор вида анализа урожайности зерновой культуры»

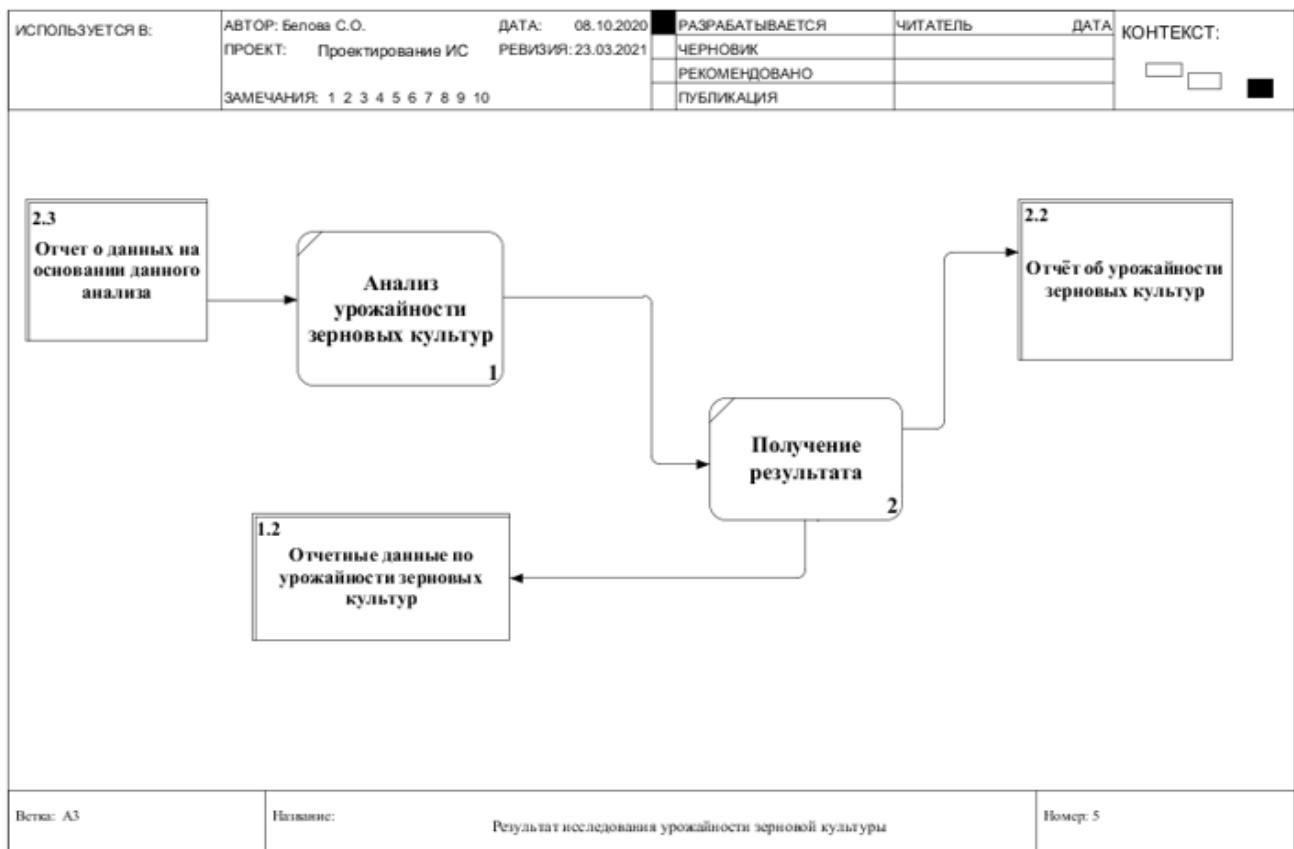


Рисунок 5 – Диаграмма потоков данных в нотации DFD «Результат исследования урожайности зерновой культуры»

На рисунке 6 представлена диаграмма вариантов использования пользователем информационной системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры.



Рисунок 6 – Диаграмма вариантов использования пользователем информационной системы анализа урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры в нотации UML

Данная диаграмма отображает двух актеров, одним из которых является «Пользователь». Пользователь, взаимодействуя с системой, может:

- авторизоваться в ИС системе;
- вносить данные в программу для последующего их анализа;
- выбирать вид проводимого анализа;
- получать информацию о проводимом анализе урожайности зерновых культур.

В свою очередь «Система» должна анализировать вводимые данные о зерновых культурах, для дальнейшего исследования урожайности, а также составлять и предоставлять отчет обо всех проведенных процедурах.

Отметим некоторые формы пользовательского интерфейса системы. Так в справочнике содержится список зерновых культур, при выборе которой отображается информация в виде фотографии выбранной культуры, а также информация о её фазах роста. На рисунках 7 и 8 представлена информация при выборе пшеницы яровой и озимой соответственно.

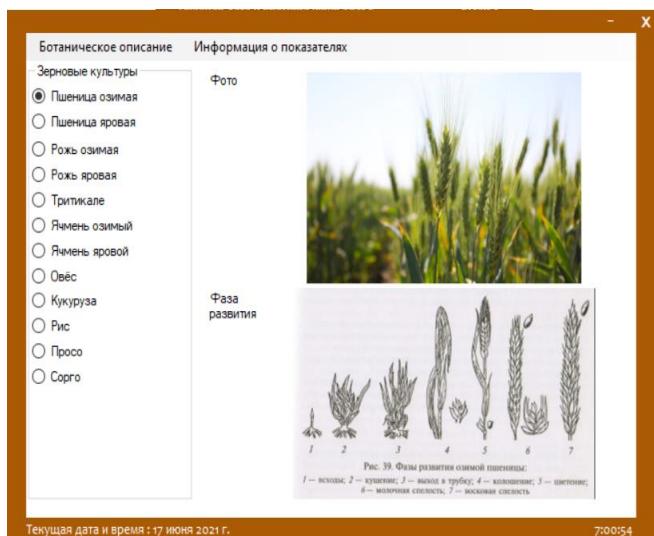


Рисунок 7 – Форма справочника ИС «Анализ урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры»

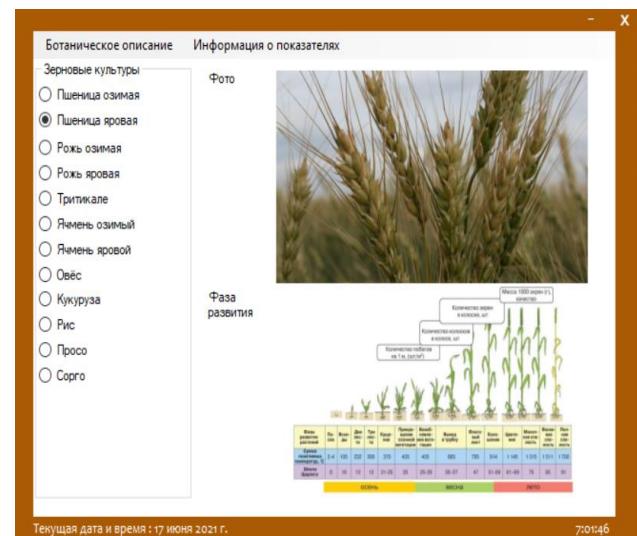


Рисунок 8 – Форма справочника ИС «Анализ урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры»

Для подробной информации о зерновых культурах, пользователь может перейти на вкладку «Ботаническое описание». При выборе данной вкладки пользователю отображается полное ботаническое описание зерновых культур (рисунок 9). Здесь отображается название выбранной зерновой культуры, описание, виды и этапы её развития.

The screenshot shows a software window with a sidebar on the left containing a list of cereal crops:

- Название
- Пшеница озимая
- Пшеница яровая
- Рожь озимая
- Рожь яровая
- Тритикале
- Ячмень озимый
- Ячмень яровой
- Овёс
- Кукуруза
- Рис
- Просо
- Сорго

The main panel displays detailed information for winter wheat (Пшеница озимая):

- Название:** Пшеница озимая
- Описание:** Озимая пшеница — это однолетний злак, который высевают «под снег» перед наступлением холода. Озимая пшеница отличается от яровой, в первую очередь, сроками посева и сбора урожая. Так, яровые сорта высевают весной, тогда как сроки сева
- Виды:** Твёрдые. Семена таких растений содержат небольшое количество крахмала, но много клейковины, поэтому широко используются в производстве всевозможных макаронных изделий. Мягкие. Из
- Этапы развития:** Озимая пшеница развивается в несколько этапов, каждый из которых напрямую влияет на качество урожая: Этап появления

At the bottom, it shows the current date and time: Текущая дата и время : 17 июня 2021 г., 7:16:54.

Рисунок 9 – Форма ботанического описания зерновых культур ИС «Анализ урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры»

Пользователь также может посмотреть справочную информацию по показателям, которые используются в анализе урожайности культур. На форме указано название показателя, его описание и формула (рисунки 10-11).

The left screenshot shows the details for 'Norma высева семян' (Sowing rate):

- Название:** Норма высева семян
- Описание:** Норма высева семян (н.в.с.) - это количество высеваемых на 1 га семян, обеспечивающее нормальную густоту всходов и полноценный урожай. Норму высева выражают числом всхожих семян (млн. шт.) и массой семян
- Формула:** $Hv = (A * K * 100) / (Ч * В)$
где: A – вес 1000 зерен (г);
K – количество всхожих зерен на 1 га (млн. штук);

The right screenshot shows the details for 'Урожайность зернов.' (Yield of cereals):

- Название:** Урожайность зерновых в расчете на гектар в тоннах
- Описание:** Уровень урожайности зерновых колосовых культур слагается из следующих элементов: числа колосьев, числа зерен в колосе, абсолютного веса зерна.
- Формула:** $Унк = К * З * А / 100 000$
где: К – число колосьев на 1 м²;
З – число зерен в колосе;
А – абсолютный вес зерна, т. е. вес

Рисунок 10 – Форма информации по используемым показателям ИС «Анализ урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры»

Рисунок 11 – Форма информации по используемым показателям ИС «Анализ урожайности зерновых культур и основных элементов её структуры»

С помощью Case-средств анализа и проектирования информационных систем была смоделирована информационная система и далее реализована с помощью интегрированной среды разработки программного обеспечения Visual Studio 2019 и системы управления базами данных – SQL Server 2014 Management Studio [9, с .225-228; 10, с. 14-23].

Выводы

Подводя итоги исследования, отметим, что разработанная автоматизированная система поможет организациям, которые напрямую связаны с растениеводством, а в частности с анализом урожайности зерновых культур, облегчить и упростить сбор, хранение и обработку результатов производственной деятельности.

Список литературы

1. Быстренина И.Е. Информационное обеспечение агропромышленного комплекса // Кормопроизводство. 2015. № 5. С. 8-11.
2. Быстренина И.Е. Информационные ресурсы АПК как фактор современных знаний // Доклады ТСХА: Материалы международной научной конференции, посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова (Москва, 03–05 декабря 2019), Москва, 2020. С. 333-336.
3. Личман Г.И., Марченко Н.М., Смирнов И.Г. Информационные технологии в системе точного земледелия // Сборник научных докладов ВИМ. 2012. Т. 2. С. 303-308.
4. Orishev A.B., Mamedov A.A., Tarasenko V.N. Agriculture 4.0: Application of the Internet of Things and Digital Technology in the Agroindustrial Complex // CEUR Workshop Proceedings. Сер. "AISI 2021 - Proceedings of the International Workshop on Advances in Information Systems, Mathematical Modeling, and IT Applications in Industry" 2021. С. 155-162.
5. Orishev A.B., Mamedov A.A., Sycheva I.N., Sherstyuk M.V. Promising Intelligent Technologies for Agricultural Development // CEUR Workshop Proceedings. Сер. "AISI 2021 - Proceedings of the International Workshop on Advances in Information Systems, Mathematical Modeling, and IT Applications in Industry" 2021. С. 170-177.
6. Лихачевич А.П. Моделирование влияния регулируемых факторов среды на урожайность сельскохозяйственных культур // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных наукаў. 2016. № 4. С. 65-78.
7. Шарифуллин Р.С., Шарифуллина Ю.Б. Способ расчета биологической урожайности риса // Рисоводство. 2020. № 3 (48). С. 25-29.
8. Соковикова Е.И. Внедрение программного обеспечения агросигнал в хозяйстве ООО «Россия» Можгинского района // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. сборник статей. ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». Ижевск, 2016. С. 163-165.
9. Farm Works [Электронный ресурс]. URL: https://farmworks.com/files/manuals/FW_Mapping_Russian.pdf (дата обращения: 27.02.2022).
10. Быстренина И.Е. Использование CASE-средства RAMUS EDUCATIONAL для решения задач анализа и проектирования информационных систем // Доклады ТСХА: сборник статей. Выпуск 293. Часть II. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2021. С. 225-228.

11. Быстренина И.Е., Сычева И.Н. Использование CASE-средства OPEN MODELS SPHERE для решения задач анализа и проектирования информационных систем // Управление рисками в АПК. 2020. № 3 (37). С. 14-23.

References

1. Bystrenina I.E. Informatsionnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa (Information support of the agro-industrial complex), *Kormoproizvodstvo*, 2015, no 5, pp. 8-11.
2. Bystrenina I.E. Informatsionnye resursy APK kak faktor sovremennoykh znanii (Information resources of the agro-industrial complex as a factor of modern knowledge), Doklady TSKHA: Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posviashchennoi 125-letiu so dnia rozhdeniya V.S. Nemchinova (Moskva, 03–05 dekabria 2019), Moskva, 2020. pp. 333-336.
3. Lichman G.I., Marchenko N.M., Smirnov I.G. Informatsionnye tekhnologii v sisteme tochnogo zemledeliia (Information technologies in the system of precision farming), *Sbornik nauchnykh dokladov VIM*, 2012, Vol. 2, pp. 303-308.
4. Orishev A.B., Mamedov A.A., Tarasenko V.N. Agriculture 4.0: Application of the Internet of Things and Digital Technology in the Agroindustrial Complex // CEUR Workshop Proceedings. Ser. "AISI 2021 - Proceedings of the International Workshop on Advances in Information Systems, Mathematical Modeling, and IT Applications in Industry" 2021, pp. 155-162.
5. Orishev A.B., Mamedov A.A., Sycheva I.N., Sherstyuk M.V. Promising Intelligent Technologies for Agricultural Development // CEUR Workshop Proceedings. Ser. "AISI 2021 - Proceedings of the International Workshop on Advances in Information Systems, Mathematical Modeling, and IT Applications in Industry" 2021. S. 170-177.
6. Likhatsevich A.P. Modelirovanie vliianiia reguliruemymkh faktorov sredy na urozhainost selskokhoziaistvennykh kultur (Modeling the influence of controlled environmental factors on the productivity of agricultural crops), *Vestsi Natsyianalnai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk*, 2016, no 4, pp. 65-78.
7. Sharifulin R.S., Sharifullina IU.B. Sposob rascheta biologicheskoi urozhainosti risa (Method for calculating the biological yield of rice), *Risovodstvo*, 2020, no 3 (48), pp. 25-29.
8. Sokovikova E.I. Vnedrenie programmного обеспеченія agrosignal v khoziaistve OOO «Rossiia» Mozhginskogo raiona, Nauchnye trudy studentov Izhevskoi GSKHA. sbornik statei. FGBOU VO «Izhevskaya gosudarstvennaia selskokhoziaistvennaia akademiiia». Izhevsk, 2016, pp. 163-165.
9. Bystrenina I.E. Ispolzovanie CASE-sredstva RAMUS EDUCATIONAL dlja reshenija zadach analiza i proektirovaniia informatsionnykh system (Using the RAMUS CASE Tool EDUCATIONAL for solving problems of analysis and design of information systems), Doklady TSKHA: sbornik statei. Vypusk 293. Chast II. M.: Izdatelstvo RGAU-MSKHA, 2021, pp. 225-228.
10. Bystrenina I.E., Sycheva I.N. Ispolzovanie CASE-sredstva OPEN MODELS SPHERE dlja reshenija zadach analiza i proektirovaniia informatsionnykh system (Using CASE-tool OPEN MODELS SPHERE for solving problems of analysis and design of information systems), *Upravlenie riskami v APK*, 2020, no 3 (37), pp. 14-23.

Статья поступила в редакцию 19.03.2022