

В «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу» территория Крайнего Севера рассматривается в качестве стратегической ресурсной базы, прежде всего для промышленного развития. В какой форме сохранится, и насколько успешно будет развиваться оленеводство как традиционная форма природопользования в условиях такого освоения, покажут ближайшие годы.

Выводы

В результате выполненной работы сформулированы следующие выводы:

1. Спектрональные данные спутниковых изображений тесно коррелируют с величинами проективного запаса хлорофилла (ХИ), фотосинтетического потока CO₂ в тундровых экосистемах, оцененных с применением газометрических методов исследований, запасами фитомассы зеленых кормов.

2. Использование временных серий среднего разрешения позволяет провести статистически обоснованную оценку тренда изменений продуктивности фитоценозов за период последних десятилетий, выявить участки трансформированные под влиянием естественных климатических изменений (флуктуаций) и количественно оценить тренды изменений.

3. Полученные результаты позволяют выполнять статистически обоснованный анализ пространственно-временных показателей кормовых ресурсов крупных территорий.

В 2014–2019 гг. привлечение разработанных технологий обработки спутниковой съемки позволило выполнить инвентаризацию и актуализацию прежних проектов использования пастбищ практически всех оленеводческих хозяйств Европейского Севера. В ходе работ проведено совершенствование алгоритмов для ресурсной оценки растительного покрова пастбищных угодий северного оленя с использованием средств спутникового мониторинга; расчеты современной потенциальной оленеемкости пастбищ, изучены индикаторные характеристики растительного покрова, раскрывающие особенности интенсивности и направленности изменений фитоценозов. Разработаны пространственно-временные модели, раскрывающие тренды статистически значимых трансформаций показателей растительного покрова, приведены площадные оценки наблюдаемых изменений.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда № 24-16-20017, Санкт-Петербургского научного фонда и г/б темы «Криогенез как фактор формирования и эволюции почв арктических и бореальных экосистем европейского северо-востока в условиях современных антропогенных воздействий, глобальных и региональных климатических трендов» (№ 12204060023-8).

Использованная литература

1. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 294 с.
2. Елсаков В.В. Влияние детальности аэрокосмических изображений на результаты классификации растительных сообществ тундры // Современные проблемы ДДЗ из космоса. 2023. Т. 20. №1. С. 156-168.
3. Елсаков В.В. Пространственная и межгодовая неоднородность изменений растительного покрова тундровой зоны Евразии по материалам съемки MODIS 2000-2016 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6. С. 56–72. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-56-72.
4. Елсаков В.В. Спутниковая съемка в оценке продуктивности экосистем Европейского Севера // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 71-79.
5. Елсаков В.В., Щанов В.М. Современные изменения растительного покрова пастбищ северного оленя Тиманской тундры по результатам анализа данных спутниковой съемки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 2. С. 128–142. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-2-128-142.
6. Елсаков В.В., Щанов В.М., Поликарпова Н.В. Анализ валового запаса и проективного покрытия лишайников в напочвенном покрове фитоценозов Государственного природного заповедника «Пасвик» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 2. С. 72–83.
7. Goetz Sc., Bunn A.G., Fiske G.J., Houghton R.A. Satellite-observed photosynthetic trends across boreal North America associated with climate and fire disturbance, PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America). 2005. Vol. 102, no. 38, pp. 13521–13525.

УДК 631.171

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНОЙ КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

Жешко А.А.¹, Володкевич В.И.¹, Шах А.В.¹, Горбатовский А.В.²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
Минск, Республика Беларусь

²Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
E-mail: azeshko@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты проектирования приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин.

Ключевые слова: комплектование машинно-тракторных агрегатов, автоматизированная система, функциональная и информационная модель

THE RESULTS OF DIGITALIZATION OF CALCULATIONS TO SUBSTANTIATE THE STRUCTURE OF THE FLEET OF MOBILE FORAGE HARVESTERS

Zheshko A.A.¹, Volodkevich V.I.¹, Shakh A.V.¹, Gorbatovsky A.V.²

¹RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization",
Minsk, Republic of Belarus

²Institute of System Researches in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: azeshko@gmail.com

Abstract. The results of designing an application for the automated formation of the structure of a fleet of mobile forage harvesting machines are presented.

Keywords: acquisition of machine-tractor units, automated system, functional and information model

Введение

На современном этапе развития науки и техники особую актуальность приобретает разработка специализированных программных приложений для решения важнейших прикладных задач. Одной из таких задач является определение рациональной структуры парка мобильной кормоуборочной техники. Для формирования эффективной структуры необходимо учитывать значительное количество факторов применительно к конкретным условиям хозяйствования. Прежде всего нужно принимать в расчет наличие основной и вспомогательной техники для реализации технологий заготовки кормов из трав и силосных культур, учитывать особенности технологических операций – трамбовка или упаковка кормов в полимерный рукав, решать вопросы внутривладельческой логистики для рационального размещения хозяйственной инфраструктуры, учитывать природно-климатические факторы, применять эффективную организацию выполнения сельскохозяйственных операций в зависимости от конфигурации рабочего участка и рельефа местности, подчитывать затраты на реализацию технологии заготовки кормов и выбирать наиболее приемлемые и экономически обоснованные комплексы машин для уборки кормов.

Основой программного приложения для формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин является база данных технических средств для уборки кормовых культур, транспортировки кормов к месту трамбовки или упаковки в полимерный рукав, а также специализированных машин и оборудования.

Основная часть

Для формализации и описания бизнес-процессов программного приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин целесообразно воспользоваться методологией функционального моделирования и графической нотацией IDEF0 [1], которая нацелена на раскрытие соподчиненности объектов моделирования. При построении модели мы руководствовались работами [1–6]. Отличительной особенностью методологии IDEF0 является рассмотрение логических взаимосвязей объектов модели, а не поточности их выполнения. При этом система представляется как «черный ящик» с входными и выходными данными, управлением и механизмом реализации определенной функции [2].

На рис. 1 изображена диаграмма на основе методологии IDEF0, представляющая функциональную модель приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин.

Как видно из диаграммы, основной функцией системы является формирование структуры парка мобильных кормоуборочных машин. Исходными данными служат технические характеристики кормоуборочных машин П1 и данные о вспомогательных машинах и оборудовании, таких как транспортные агрегаты, машины для упаковки силосной и сенажной массы в полимерный рукав, а также машины для трамбовки силосной массы И2. На выходе в результате функционирования системы получаем рациональную структуру парка кормоуборочной техники О1 [3].

Управляющими элементами при этом являются [4]:

- 1) С1 – технические характеристики производителей кормоуборочных машин, машин для упаковки силосной и сенажной массы в полимерный рукав и другой кормоуборочной технике;
- 2) С2 – нормативные документы, например отраслевые нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы в сельском хозяйстве;
- 3) С3 – протоколы испытаний сельскохозяйственной техники в условиях испытательных станций Республики Беларусь и Российской Федерации;
- 4) С4 – лабораторные журналы экспериментальных исследований.

Механизмы реализации формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин заключаются в совместных действиях пользователя программного приложения М1, который осуществляет выбор исходной информации и воздействие на элементы управления приложением, а также в функционале самого программного приложения М2, которое позволяет выполнять необходимые вычисления и выдавать рекомендации относительно рациональности использования выбранной для вычислений техники в зависимости от конкретных производственных условий.



Рис. 1. Диаграмма на основе методологии IDEF0, представляющая функциональную модель приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин на уровне А0

На рис. 2 представлена декомпозиция функциональной модели на уровнях А1–А4 [5].

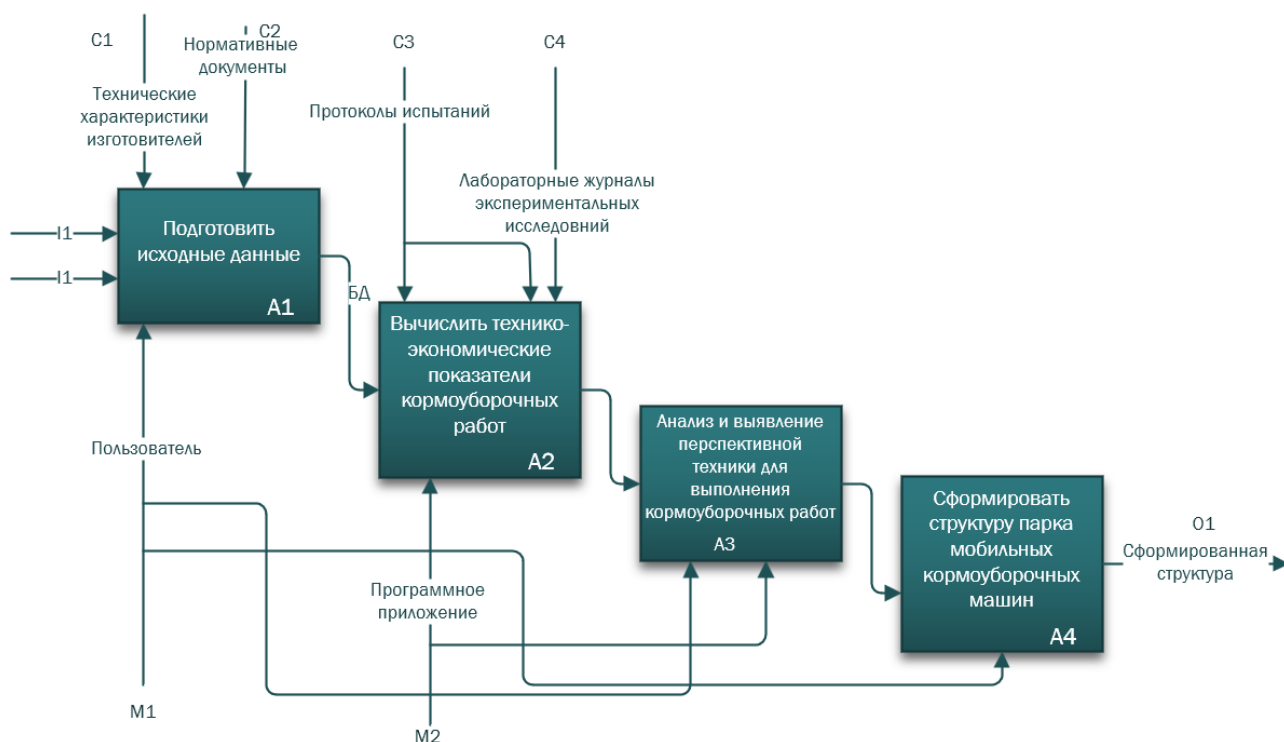


Рис. 2. Декомпозиция функциональной модели приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин

Декомпозиция процесса формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин представлена следующими основными функциями [6]:

1) А1 – подготовка исходных данных, в качестве входных данных выступают элементы I1 и I2. Процесс осуществляется пользователем программного приложения М1, а правильность отработки функции контролируется элементами С1 и С2 за счет загрузки в каждый последующий селективный элемент управления перечня техники и параметров, логически взаимосвязанных с выбранными на предыдущем шаге. Необходимо отметить, что функционал приложения также участвует в реализации механизма подготовки исходных данных, однако роль пользователя программного приложения при этом существенно преобладает. Переход от блока А1 к А2 сопровождается формированием запроса к базе данных с индексами, выбранных в блоке А1, и передача данных из базы для вычислений в блоке А2;

2) А2 – вычисление технико-экономических показателей процесса уборки кормов осуществляется исключительно за счет функционала приложения М2, в процессе выполнения расчетов происходит согласование получаемых результатов с данными протоколов испытаний техники С3, кроме того, расчеты основаны на математических моделях, построенных по результатам экспериментальных исследований С4; результаты расчета передаются к блоку А3 и используются для построения потенциальной характеристики, а также для формирования рекомендаций о рациональности комплектования машинно-тракторного агрегата;

3) А3 – анализ перспективной техники для выполнения кормоуборочных работ осуществляется пользователем программного приложения М1, программное приложение формирует рекомендации на основании выполненных расчетов;

4) А4 – принятие решения об окончательном формировании рациональной структуры парка мобильных кормоуборочных машин осуществляется пользователем программного приложения М1. Для контроля С5 за правильностью принятого решения в процессе отладки приложения и в период расширения его функционала могут участвовать инженерные работники, разработчик и другие заинтересованные лица.

Декомпозиция функции подготовки исходных данных модели можно представить следующим описанием. Механизмом реализации функции является пользователь программного приложения М1. Декомпозиция представлена следующими блоками [6]:

1) А1.1 и А1.2 – формирование временного перечня техники и ввод данных о характеристике конкретных производственных условий, осуществляется на основании данных, хранящихся в базе, которая согласована с техническими характеристиками заводов-изготовителей техники и другими нормативными документами;

2) А1.3 – вычисление технико-экономических показателей выполнения кормоуборочных работ, таких как расход топлива и производительность для конкретных производственных условий;

3) А1.4 – передача текущего перечня техники с результатами расчетов для последующего анализа в блок А3.

Приложение для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин реализовано в рамках паттерна MVC [7], «Модель–Представление–Контроллер». Представление приложения – его интерфейс, отвечает за отображение данных модели пользователю, реагируя на изменения модели. Контроллер осуществляет функцию взаимосвязи между пользователем и бизнес-логикой приложения, он обрабатывает действия пользователя, передает данные в модель. Модель представляет бизнес-логику приложения, данные и методы их обработки, функции для вычисления технико-экономических показателей при заготовке кормов, формирование каталога, формирование запросов к базе данных и обработку ответов [8, 9].

Реализация результатов проектирования программного приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин в технологиях заготовки кормов из трав и силосных культур представлена на рис. 3–6 [10–12].

На рис. 3 представлено окно выбора сохраненных результатов вычислений по кормоуборочным комплексам машин. Окно состоит из заголовка 1 и заголовков типа заготавливаемых кормов 2.

При наведении курсора на соответствующий селектор типа заготавливаемых кормов 4, появляется всплывающая ссылка для перехода к соответствующему разделу вычислений 3 [13].

В результате перехода по ссылке отрывается главное окно работы приложения 9 (рис. 4). В верхней части окна расположен заголовок с наименованием кормоуборочной операции 1. В левом верхнем углу расположены общие характеристики условий работы: площадь убираемого участка, а также тип почвы [14].

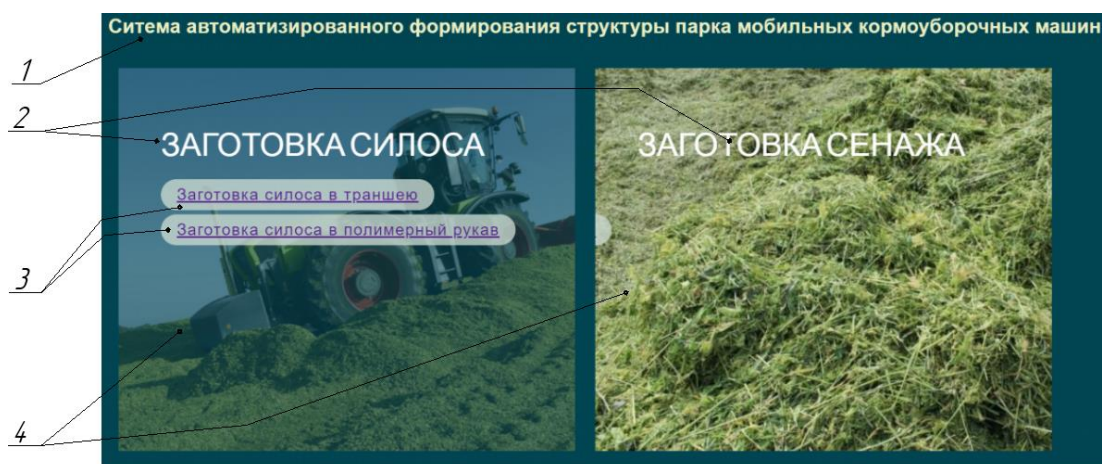


Рис. 3. Интерфейс выбора технологии заготовки кормов:

1 – заголовок окна; 2 – заголовки типа заготавливаемых кормов; 3 – всплывающая ссылка для перехода к соответствующему разделу вычислений; 4 – селектор типа заготавливаемых кормов

Также в левом верхнем углу главного окна расположены элементы управления приложением 3. К элементам привязаны следующие функции:

- вставка новой технологической операции в главную таблицу;
- формирование новой операции;
- обновление нумерации в перечне кормоуборочных работ;
- перемещение операции внутри перечня;
- удаление выделенной операции;
- сохранение результатов редактирования и вычислений;
- включение режима редактирования уборочного комплекса машин;
- подсветка взаимосвязанных операций.

№ операции	Наименование операции	Начало работ (норматив)	Окончание работ (норматив)	Фактически отработано, ч	Марка машины	Марка трактора	Производительность агрегата	Требуется агрегатов, ед	Расход топлива, кг/га	Заработная плата
1	Скашивание трав с плещением	20.06.2022	25.06.2022	124.302	EasyCut 3210 CV	Беларус 82.1	2.98 га/ч	2.59	2.69	3.85
2	Борошение	21.06.2022	30.06.2022	30.428	KW 13.02/12 T	Беларус 1221.2	12.16 га/ч	0.38	0.81	3.85
3	Сгребание	22.06.2022	01.07.2022	50.216	Swadro 907	John Deere 6920	7.37 га/ч	0.628	1.45	3.85
4	Подбор валков и измельчение	24.06.2022	03.07.2022	83.047	Jaguar 850		4.45 га/ч	1.038	9.63	3.85
5	Транспортировка	24.06.2022	03.07.2022	153.292	MAZ 457040		36.2 т/ч	1.916	32	3.85
6	Трамбовка измельченной массы	24.06.2022	03.07.2022	458.257	K 2-3	Беларус 1523	0.81 га/ч	5.728	3.95	3.85

Рис. 4. Главное окно приложения:

1 – заголовок главного окна; 2 – общие характеристики условий работы; 3 – элементы управления приложением; 4 – главная таблица с результатами вычислений

При выделении соответствующей операции в главном окне приложения в нижней части экрана появляется «Редактор технологической операции» [15] (рис. 5).

Редактор технологической операции представляет собой окно, состоящее из заголовка 1 и динамически обновляемого контента, которые меняются при выделении различных технологических операций в главном окне. В верхней части редактора технологической операции (рис. 5) расположен селектор типа операции по наименованию 2, который позволяет редактировать операцию. При изменении содержимого верхнего селектора, все последующие элементы придется выбирать заново.

Под селектором 2 расположены переключатели, которые позволяют изменить единицы объема выполняемых работ 3 – выбрать тонны или гектары. Переключатель типа разворота 5 позволяет вносить изменения в результаты расчета в связи с особенностями движения уборочного агрегата по полю [16, 17]. Селектор выбора типа материала 6 позволяет редактировать и добавлять соответствующие материалы:

- зеленая масса для заготовки силоса;
- провяленная сенажная масса.

После выбора типа материала в окне редактора появляется информационное сообщение 7 о типе материала, его плотности и стоимости. Данные можно изменить в редакторе расхода материала 15. Редактор начала и окончания операции 8 позволяет изменить сроки выполнения работ.

Селектор выбора машины по марке 9 позволяет изменить или выбрать марку машины для реализации редактируемой операции. При этом для выполнения расчета в автоматическом режиме из базы подтягиваются необходимые характеристики выбранной машины. Селектор 10 позволяет дополнительно указать ширину захвата выбранной машины, что является важным моментом в связи с существующей разномарочностью и наличием различных модификаций сельскохозяйственных машин. В зависимости от тягового класса, с которым агрегируется выбранная машина, в селекторе 11 будет предложен соответствующий перечень тракторов для соответствующей машины. Изображения выбранных трактора 12 и машины 20 после выбора будут загружены в окно редактора.

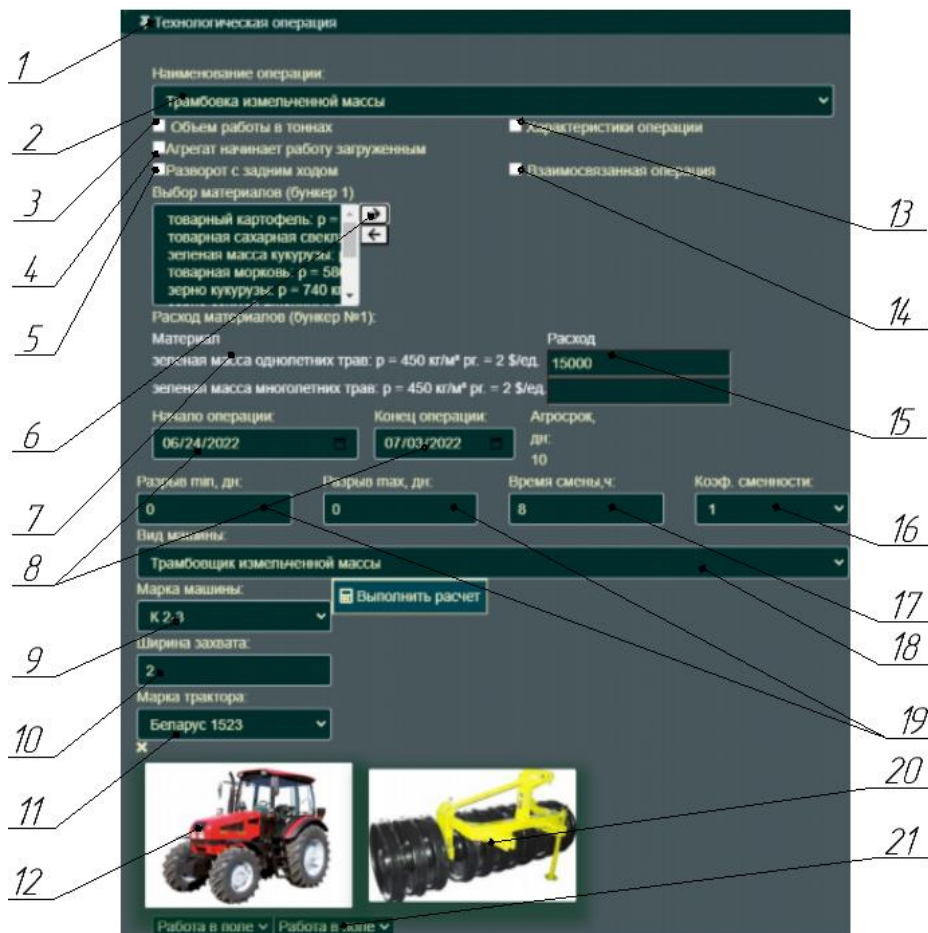


Рис. 5. Редактор технологической операции:

- 1 – заголовок окна; 2 – селектор типа операции по наименованию; 3 – переключатель единицы объема работ; 4 – переключатель условий работы; 5 – переключатель типа разворота; 6 – селектор выбора материала; 7 – информационное сообщение о типе материала, его плотности и стоимости; 8 – редактор начала и окончания операции; 9 – селектор выбора машины по марке; 10 – селектор выбора ширины захвата машины; 11 – селектор выбора марки трактора; 12 – изображение выбранного трактора; 13 – переключатель характеристики операции; 14 – переключатель взаимосвязанной операции; 15 – редактор расхода материала; 16 – селектор коэффициента сменности; 17 – селектор времени смены; 18 – селектор вида машины; 19 – редактор разрывов операции; 20 – изображение выбранной машины; 21 – селектор внутрихозяйственной логистики

Для ввода дополнительных характеристик технологических операций, таких как высота среза при скашивании, или длина резки при измельчении, необходимо использовать переключатель 13. Для информирования приложения о том, что выбранная операция является взаимосвязанной с другими технологическими операциями необходимо выбрать переключатель 14.

Селекторы коэффициента сменности 16 и выбора времени смены 17 позволяют ввести соответствующие значения и использовать данные для выполнения расчетов.

Селектор вида машины 18 используется как фильтр и позволяет упростить выбор необходимой машины по марке. Редактор разрывов операции 19 позволяет ввести соответствующие данные для выполнения расчетов. Селектор внутрихозяйственной логистики 21 позволяет сделать выбор места выполнения операции для вычисления расстояния перемещения техники, выбора рациональных маршрутов движения и решения логистических задач.

По результатам вычисления основных показателей относительно экономической эффективности, производительности и расхода топлива при использовании различных сочетаний уборочной, погрузочной, транспортной и дополнительной специализированной техники для выполнения уборочных работ с учетом конкретных производственных условий, принимается решение о рациональном формировании парка мобильных кормоуборочных машин.

На рис. 6 представлен модуль вычисления технико-экономических показателей мобильной кормоуборочной техники.

Для использования модуля необходимо указать марку кормоуборочного комбайна путем редактирования информации в селекторе 1. После выбора марки кормоуборочного комбайна из базы данных будут загружены его технические характеристики и будут отображаться в виде информационных текстовых полей 14 со значениями мощности, массы, радиуса поворота и удельного расхода топлива кормоуборочного комбайна. Указать тип транспортного агрегата, выбрав соответствующий пункт в селекторе 2.

После выбора марки комбайна станет доступным выпадающий список с перечнем монтируемого оборудования, предназначенного для эксплуатации с выбранным кормоуборочным комбайном. После выделения необходимого пункта из селектора монтируемого оборудования 15 в нижней части основного окна модуля появятся информационные поля 16 со значениями ширины захвата и марки оборудования.

После выбора марки транспортного агрегата в селекторе 3 в окне модуля появится дополнительная информация в виде текстовых полей 17 со значениями грузоподъемности, объема кузова и расхода топлива транспортного средства.

Для выполнения расчетов нужно отредактировать поля переменных значений:

- 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – редактируемые поля со значениями урожайности, расстояния перевозки, среднего уклона, длины выезда, длины участка, ширины участка, класса груза и плотности кормов соответственно;

- 12 – редактируемые поля со значениями времени на замену транспортного агрегата, отдых, ежедневное техническое обслуживание, подготовку к переезду, получение наряда, переезды в начале и конце смены соответственно.

После нажатия на кнопку 18 появится окно с результатами расчета основных технико-экономических показателей мобильной кормоуборочной техники.

Рис. 6. Модуль вычисления технико-экономических показателей мобильной кормоуборочной техники:

1 – селектор марки кормоуборочного комбайна; 2 – селектор типа транспортного агрегата; 3 – селектор марки транспортного агрегата; 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – редактируемые поля со значениями урожайности, расстояния перевозки, среднего уклона, длины выезда, длины участка, ширины участка, класса груза и плотности кормов соответственно; 12 – редактируемые поля со значениями времени на замену транспортного агрегата, отдых, ежедневное техническое обслуживание, подготовку к переезду, получение наряда, переезды в начале и конце смены соответственно; 13 – фотографические изображения основной и вспомогательной кормоуборочной техники, 14 – информационные текстовые поля со значениями мощности, массы, радиуса поворота и удельного расхода топлива кормоуборочного агрегата; 15 – селектор монтируемого оборудования; 16 – информационные поля со значениями ширины захвата и марки оборудования; 17 – информационные поля со значениями грузоподъемности, объема кузова и расхода топлива транспортного средства; 18 – кнопка для выполнения расчета

Заключение

По результатам разработки программного приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин в технологиях заготовки кормов из трав и силосных культур можно сделать следующие выводы:

1) предложено описание бизнес-процессов программного приложения для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин на основе методологии функционального моделирования IDEF0, что позволило рассмотреть его на концептуальном уровне, выявить взаимодействие между объектами системы и определить архитектуру исполнения;

2) результаты проектирования реализованы в программном приложении для автоматизированного формирования структуры парка мобильных кормоуборочных машин в технологиях заготовки кормов из трав и силосных

культур. Приложение состоит из окна выбора сохраненных результатов вычислений, главного окна и редактора технологических операций. В результате вычисления основных показателей экономической эффективности, производительности и расхода топлива при использовании различных сочетаний уборочной, погрузочной, транспортной и дополнительной специализированной техники для выполнения уборочных работ с учетом конкретных производственных условий, принимается решение о рациональном формировании парка мобильных кормоуборочных машин.

Использованная литература

1. Чемисов С.Б. Применение методологии IDEF0 с целью моделирования бизнес-процессов на предприятии // ПСЭ. 2009. № 4.
2. Shulgan, R. Grid-model of natural agricultural zoning / R. Shulgan, O. Kibukevich, O. Yanchuk, K. Nikolaichuk // Geodesy and cartography. 2017. Vol. 43 (1). P. 22–27.
3. Шибанов С.В., Скоробогатько А.А. Моделирование активных правил в нотации IDEF0 // НиКа. 2012.
4. Владимцев Н.В. Принцип моделирования бизнес-процессов в стандарте IDEF0 // Экономический анализ: теория и практика. 2008. № 9.
5. Гаст Х. Объектно-ориентированное проектирование: концепции и программный код. М.: Диалектика, 2018. С. 1040.
6. Карпычев В.Ю. Функциональное моделирование (IDEF0) как метод исследования блокчейн-технологии // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2018. № 4 (123).
7. Хасенов Е. А., Санкибаев А. Т. Визуализация графических данных в приложении Asp. Net MVC // Проблемы науки. 2017. № 4 (17).
8. Бахтин И.В. Главные принципы MVC и смысл использования в разработке программных продуктов // Форум молодых ученых. 2020. № 1 (41).
9. Фаттахов М.У. Сравнение основных аспектов современных подходов к разработке на Asp. Net: MVC и WebForms // ГИАБ. 2014. № 6.
10. Хитров Н.О., Горбачев М.А. Особенности применения паттерна CQRS в событийно-ориентированной архитектуре высоконагруженных распределенных систем // StudNet. 2021. № 7.
11. Розин В.М. Проектирование и программирование: Методологическое исследование. Замысел. Разработка. Реализация. Исторический и социальный контексты. М.: Ленанд, 2018. С. 160.
12. Круз Р.Л. Структуры данных и проектирование программ. М.: Бином, 2014.
13. Михайлов Л. Объектно-ориентированная технология разработки программных систем. М.: Финансы и статистика, 2005.
14. Косенко Т.Г. Характеристика технологии заготовки кормов // Вопросы науки и образования. 2019. № 23 (71). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-tehnologii-zagotovki-kormov> (дата обращения: 29.03.2024).
15. Макаров С.А. Технология заготовки и способы хранения консервированных кормов // МНИЖ. 2016. № 3-3 (45).
16. Победнов Ю.А., Косолапов В.М. Биологические основы силосования и сенажирования трав (обзор) // Сельхозбиология. 2014. № 2.
17. Попов В.Д., Валге А.М., Сухопаров А.И., Ковалев В.А. Анализ влияния погодных условий на заготовку кормов из трав // АгроЭкоИнженерия. 2015. № 87.