

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ СОСТАВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. Я. РАЙХМАН, А. В. МАРТЫНОВ, Г. Г. МЯСНИКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 20.02.2024)

Апробирована возможность использования искусственного интеллекта в решении задач на составление простых кормовых смесей. Показано, что посредством текстовой формулировки задачи, без специальной подготовки в области математического моделирования, можно получить решение через взаимодействие с искусственным интеллектом, который также может написать программу для автоматизации аналогичных решений. Доказана целесообразность применения бота Copilot, встроенного в интернет браузер, поскольку он совершенно бесплатен и обладает достаточным уровнем интеллекта для решения математических задач в области комбинаторики.

Обоснован выбор средства для работы с задачами моделирования смесей. Проведя детальный анализ подставленных на рынке программ и инструментов, для решения сложных математических вычислений, выбрана надстройка «Поиск решения» как наиболее мощный и гибкий инструмент, работающий в среде электронных таблиц, которые также являются лучшим выбором для управления данными. Надстройка представляет собой один из наиболее мощных и гибких инструментов для решения оптимизационных задач, и она предоставляется бесплатно.

Привлечение искусственного интеллекта показало высокую производительность выполнения расчетов. Время на написание программы на высокоуровневом языке программирования VBA плюс передача данных – приблизительно 40 секунд. Кроме того, 15 секунд было затрачено на подготовку процедуры проверки и подключения библиотеки математической надстройки «Solver».

Перспективность обозначенного направления обуславливает необходимость дальнейших исследований с более сложными задачами моделирования рационов и комбикормов.

Ключевые слова: *кормовые смеси, комбикорма, комбинаторика, математическое моделирование в Excel, оптимизация рационов, искусственный интеллект.*

The possibility of using artificial intelligence in solving problems related to the preparation of simple feed mixtures has been tested. It is shown that by means of a textual formulation of the problem, without special training in the field of mathematical modeling, it is possible to obtain a solution through interaction with artificial intelligence, which can also write a program to automate similar solutions. The feasibility of using the Copilot bot, built into an Inter-

net browser, has been proven, since it is completely free and has a sufficient level of intelligence to solve mathematical problems in the field of combinatorics.

The choice of a tool for working with mixture modeling problems is justified. After conducting a detailed analysis of the programs and tools available on the market for solving complex mathematical calculations, the "Solution Search" add-on was selected as the most powerful and flexible tool that works in a spreadsheet environment, which is also the best choice for data management. The add-in is one of the most powerful and flexible tools for solving optimization problems, and it is provided free of charge.

The use of artificial intelligence has shown high performance of calculations. The time to write a program in the high-level programming language VBA plus data transfer is approximately 40 seconds. In addition, 15 seconds were spent preparing the procedure for checking and connecting the "Solver" mathematical add-in library.

The prospects of this direction necessitate further research with more complex problems of modeling diets and mixed feeds.

Key words: feed mixtures, compound feeds, combinatorics, mathematical modeling in Excel, ration optimization, artificial intelligence.

Введение. Цифровые технологии занимают все большее место в решении производственных задач. Мировая экономика оказалась перед неизбежностью обновления методов принятия решений, когда наряду со скоростью выполнения появляется возможность существенного улучшения качества расчетов и прогнозов [1, 2, 4].

Технический прогресс пришел и в аграрное производство. Последние два года стремительно развивается информационная технология в решении трудоемких задач составления полноценных оптимальных рационов кормления для сельскохозяйственных животных. Большое количество факторов и ограничений, влияющих на приготовление полноценных смесей, усложняет процесс разработки. Здесь требуется быстрое принятие решений, которые должны быть максимально эффективны и практичны. В такой ситуации роль цифровизации кормления возрастает многократно [3, 5].

При этом роль человека сводится к формализации задачи, разработке математической модели с последующим ее решением посредством компьютерных программ. Такая работа требует высокой квалификации при условии специальной подготовки. Сегодня недостаточно кадров, готовых к качественному выполнению этой функции, и поэтому актуальным является поиск инструмента для поддержки специалистов в реализации расчетов по кормлению животных [4, 6, 7].

Появление и развитие искусственного интеллекта, очевидно, сыграет в этом далеко не последнюю роль [2, 5, 8, 9].

Искусственный интеллект (далее по тексту ИИ) начал развиваться в середине 20-го века, и с тех пор значительно продвинулся. Вот несколько ключевых моментов в истории ИИ. 1950 год: Алан Тьюринг, британский математик и криптограф, предложил концепцию «Теста Тьюринга» для определения способности машины имитировать человеческое поведение. 1956 год: Термин «искусственный интеллект» был впервые использован на конференции в Дартмуте, которую организовали Джон Маккарти, Марвин Минский, Натаниэль Rochester и Клод Шеннон. 1960-е годы: Появление первых систем ИИ, таких как ELIZA и SHRDLU [13, 14, 15].

Но реальное ускорение развития искусственного интеллекта началось в 2020-е годы: Развитие трансформерных моделей, таких как GPT-3 от OpenAI, которые показывают впечатляющие результаты в области генерации текста [15, 16].

Искусственный интеллект может быть очень полезным в задачах комбинаторики, особенно при составлении рецептов кормовых смесей для сельскохозяйственных животных. Вот несколько преимуществ использования ИИ в этой области:

1. Оптимизация рецептов: ИИ может анализировать большие объемы данных о питательных веществах, ценах на ингредиенты и диетических потребностях различных видов животных, чтобы создать наиболее оптимальные и экономически эффективные рецепты кормовых смесей.

2. Прогнозирование результатов: Используя машинное обучение, ИИ может обучаться на исторических данных и прогнозировать будущие результаты, такие как уровень продуктивности животных при использовании определенных кормовых смесей.

3. Адаптивность: ИИ способен адаптироваться к изменяющимся условиям, таким как колебания цен на ингредиенты или изменения в диетических потребностях животных, и соответственно корректировать рецепты.

4. Скорость и масштабируемость: ИИ может обрабатывать и анализировать данные гораздо быстрее, чем человек, и способен обрабатывать гораздо большие объемы данных, что делает его масштабируемым решением для больших сельскохозяйственных операций.

5. Уменьшение ошибок: ИИ может помочь уменьшить вероятность ошибок, которые могут возникнуть при ручном составлении рецептов кормовых смесей.

В целом, использование ИИ в этой области может привести к улучшению эффективности и продуктивности в сельском хозяйстве. Однако стоит отметить, что успешное применение ИИ требует качественных исходных данных и тщательного планирования [10, 11, 14].

Ключевая роль в развитии ИИ принадлежит Сэму Альтману, основателю корпорации Open AI. Он был генеральным директором компании и внес значительный вклад в ее развитие. Под руководством Альтмана OpenAI создала ChatGPT, одну из самых продвинутых систем генерации текста. В 2016 году Альтман впервые объявил о том, что OpenAI создает общий искусственный интеллект (GAI) – ИИ, соответствующий человеческому интеллекту, – известный как GPT-11. В 2021 году OpenAI выпустила DALL-E, ИИ, способный генерировать изображение на основе описания пользователя [14, 15].

Обоснование выбора средства реализации.

Обоснование выбора средства взаимодействия с ИИ. Для работы с искусственным интеллектом мы выбрали Copilot.

GitHub Copilot – это инструмент на базе искусственного интеллекта, совместно разработанный GitHub и OpenAI, который помогает разработчикам писать код быстрее и с меньшими усилиями. Он работает в интегрированных средах разработки, таких как Visual Studio Code, Visual Studio, Neovim и JetBrains, предоставляя вспомогательные функции для программистов. Например, он может преобразовывать комментарии в исполняемый код, автозаполнять фрагменты кода, повторяющиеся разделы и целые методы или функции.

Обоснование выбора средства для решения моделей и задач комбинаторики. Проведя детальный анализ подставленных на рынке программ и инструментов, для решения сложных математических вычислений мы выбираем надстройку «Поиск решения» как наиболее мощного и гибкого инструмента, работающего в среде электронных таблиц, которые также являются лучшим выбором для управления данными [10, 11, 14, 15].

Использование надстройки «Поиск решения» в задачах оптимизационного моделирования целесообразно по нескольким причинам:

1. Мощный и гибкий инструмент: Надстройка «Поиск решения» предоставляет широкий набор функций, которые позволяют решать разнообразные задачи оптимизации. Она позволяет настраивать и решать различные линейные и нелинейные задачи оптимизации, включая оптимизацию целевой функции с учетом ограничений. Благодаря этому, она представляет собой один из наиболее мощных и гибких инструментов для решения оптимизационных задач.

2. Работа в среде электронных таблиц: Надстройка «Поиск решения» работает в среде электронных таблиц, что делает использование ее удобным и простым. Электронные таблицы являются одним из самых распространенных и действенных инструментов для управления данными. Они позволяют удобно организовывать и анализировать данные, а также выполнять вычисления и решать оптимизационные задачи. Использование надстройки «Поиск решения» в такой среде позволяет пользователям комфортно использовать все преимущества электронных таблиц, такие как удобное ввод данных, возможность проводить анализ результатов и легкое внесение изменений в модель. 3. Лучший выбор для управления данными: Электронные таблицы предоставляют широкие возможности для управления данными, включая сортировку, фильтрацию, группировку и анализ данных. При использовании надстройки «Поиск решения» в электронных таблицах пользователи получают преимущества обоих инструментов – возможности оптимизационного моделирования и удобство управления данными. Это позволяет улучшить эффективность и точность анализа данных, а также быстро внести изменения в модель и оценить их влияние на результаты. В целом, использование надстройки «Поиск решения» в задачах оптимизационного моделирования в среде электронных таблиц является целесообразным выбором, так как она обладает мощными функциями оптимизации, удобством использования и сочетает в себе преимущества электронных таблиц и инструментов оптимизации.

3. Создание математической модели в Excel обладает высокой прозрачностью и доступностью. Excel предоставляет широкий набор функций и инструментов для создания моделей, включая возможность использования формул, функций, условных операторов и т.д. Это позволяет пользователям ясно и прозрачно выразить математические отношения и ограничения в модели.

Однако уровень интеллекта и подготовки пользователей должен быть высоким. Уровень интеллекта и подготовки пользователей являются важными факторами при работе с математическими моделями в Excel. Хотя Excel предоставляет мощные инструменты и функции, требуется хорошее понимание базовых математических концепций и методов оптимизации, чтобы корректно смоделировать и анализировать сложные задачи, пользователи должны обладать навыками в области математики, статистики и принципов моделирования, чтобы создавать точные, надежные и эффективные модели.

Инструмент анализа решения «Поиск решения» в Excel предоставляет ряд полезных показателей для оценки результатов оптимизации и анализа данных. Он автоматически генерирует три основных отчета для анализа и раскрытия возможностей улучшения решения.

Цель и задачи. Целью нашей работы было – испытать возможность решения задач комбинаторики при составлении оптимальных рецептов кормовых смесей, посредством использования искусственного интеллекта.

В задачи исследований входило:

1. Получить решение задачи на простую смесь (2 ингредиента по 2 показателям) путем текстовой формулировки задачи для бота ИИ.
2. Получить подробное описание решения от ИИ.
3. Написать компьютерную программу средствами ИИ для решения данного класса задач средствами языка программирования VBA и объектной модели Solver.Application от компании FrontLine Solver.

Основная часть. В качестве задачи для ИИ была выбрана простая смесь из двух ингредиентов: Зерно ячменя и соевый шрот. Необходимо разработать рецепт смеси, в которой уровень протеина составляет 18 % – найти соотношение указанных ингредиентов. Содержание протеина в ячмене составляет 11 %, а в шроте – 45 %. Несмотря на кажущуюся простоту задачи, от человека требуется знание математики и практические навыки составления математической модели, которая в данном случае состоит из двух линейных уравнений с двумя неизвестными. Далее нужно уметь решить такую модель и произвести проверку правильности решения. Но если даже простые модели (2*2, 3*3) иногда составляют проблему для специалистов зоотехнического профиля, то реальные задачи расчета смесей и комбикормов из большого

количества ингредиентов практически недоступны для решения без специального программного обеспечения. Цель использования искусственного интеллекта заключается именно в превращении текстового описания в математическую модель с дальнейшим её решением и предоставлением подробного описания этого решения. В нашем случае текстовая модель (формулировка задачи для ИИ) в общем виде выглядит как: «...Рассчитай соотношение двух ингредиентов в кормовой смеси для получения заданной концентрации в ней протеина...». Подробное описание процедуры взаимодействия с искусственным интеллектом представлено в разделе «Результаты исследований».

Постановка задачи для ИИ:

Реши задачу. Необходимо найти соотношение кормов в смеси из двух ингредиентов. Ячмень – содержит 11 % протеина, и шрот – содержит 45 % протеина. Смесь должна содержать 18 % протеина. Приведи подробное решение.

Ответ ИИ:

Для решения этой задачи можно использовать метод смешивания. Пусть x – это доля ячменя в смеси, а y – это доля шрота. Тогда у нас есть два уравнения:

1. $x + y = 1$ (потому что доля ячменя и шрота в смеси в сумме должна быть равна 1)

2. $0.11x + 0.45y = 0.18$ (потому что смесь должна содержать 18% протеина)

Решая эти два уравнения, мы получим значения x и y .

Преобразуем второе уравнение, выразив y через x :

$$0.45y = 0.18 - 0.11x$$

$$y = (0.18 - 0.11x) / 0.45$$

Теперь подставим y в первое уравнение:

$$x + (0.18 - 0.11x) / 0.45 = 1$$

Умножим все члены уравнения на 0.45:

$$0.45x + 0.18 - 0.11x = 0.45$$

$$0.34x + 0.18 = 0.45$$

$$0.34x = 0.45 - 0.18$$

$$0.34x = 0.27$$

$$x = 0.27 / 0.34$$

Теперь найдем y , подставив x в первое уравнение:

$$y = 1 - x$$

Таким образом, мы получим доли ячменя (x) и шрота (y) в смеси. Это и будет ответом на задачу.

«...Пожалуйста, проверьте мои вычисления, так как они могут содержать ошибки. Если у вас есть дополнительные вопросы, не стесняйтесь задавать их...».

Уточнение задачи для получения конкретного результата решения:

В итоге, сколько процентов ячменя и шрота надо взять для получения заданной кормосмеси?

Ответ III:

Продолжая наши вычисления, получим:

$$x = 0.27 / 0.34 \approx 0.7941$$

Это означает, что примерно 79.41 % смеси должен составлять ячмень.

Теперь найдем y, подставив x в первое уравнение:

$$y = 1 - x = 1 - 0.7941 \approx 0.2059$$

Это означает, что примерно 20.59 % смеси должен составлять шрот.

Таким образом, для получения кормовой смеси с 18 % содержанием протеина, вам потребуется примерно 79.41 % ячменя и 20.59 % шрота.

«...Пожалуйста, проверьте мои вычисления, так как они могут содержать ошибки. Если у вас есть дополнительные вопросы, не стесняйтесь задавать их...».

Следующей шагом нашей работы было поручить искусственному интеллекту написание программного кода для решения нашей модели в вычислительной среде Microsoft Excel. Вот что он написал:

```
Sub ПодключитьSolver() 'проверка подключения надстройки Solver
'Проверяем, подключена ли надстройка Solver
If Not Application.AddIns("Solver Add-In").Installed Then
MsgBox "Надстройка 'Поиск решения' (Solver) не установлена. Хотите установить ее сейчас?", vbQuestion + vbYesNo, "Подключение надстройки"
If vbYes Then
Application.AddIns.Add(FileName:="Solver.xlam").Installed = True
```



```

MsgBox "Настройка 'Поиск решения' (Solver) успешно установле-
на.", vbInformation, "Установка завершена"
Else
MsgBox "Настройка 'Поиск решения' (Solver) не была установле-
на.", vbExclamation, "Установка отменена"
End If
Else
MsgBox "Настройка 'Поиск решения' (Solver) уже установлена.",
vbInformation, "Установка не требуется"
End If
End Sub
' Решение задачи по программ на VBA
Sub РешитьЗадачу()
Dim x As Double
Dim y As Double
Dim targetProtein As Double
Dim barleyProtein As Double
Dim mealProtein As Double
' Заданные значения протеина
targetProtein = Range("A1"). Value ' Желаемое содержание протеи-
на в смеси
barleyProtein = Range("B1"). Value ' Содержание протеина в яч-
мене
mealProtein = Range("C1"). Value ' Содержание протеина в шроте
' Найдём соотношение кормов
SolverReset
SolverOk SetCell:="$D$1", MaxMinVal:=3, ValueOf:=targetProtein,
ByChange:="$E$1:$F$1"
SolverAdd CellRef:="$E$1", Relation:=1, FormulaText:="1"
SolverAdd CellRef:="$F$1", Relation:=1, FormulaText:="1"
SolverSolve UserFinish:=True
' Получим результаты
x = Range("E1"). Value
y = Range("F1"). Value
' Выведем результаты

```

```
MsgBox "Доля ячменя (x): " & Format (x, "0.00 %") & vbNewLine & _  
"Доля шпота (y): " & Format (y, "0.00 %"), vbInformation, "Результат"
```

End Sub

Этот код был нами проверен на ПК. Предварительно исходные данные были введены в соответствующие ячейки электронной книги. Программа работает без ошибок. Решение находит правильное.

Заключение. 1. Использование искусственного интеллекта позволяет формализовать задачу без специальной математической подготовки и овладения навыками составления математических моделей смесей. Достаточно было словесного описания с указанием имеющихся параметров ингредиентов и требования к смеси.

2. Для автоматизации процесса решения (решения подобных моделей многократно) была написана программа на VBA. Программа была полностью сгенерирована искусственным интеллектом. При этом он использовал инструмент решения надстройку «Поиск решения».

3. Время, затраченное искусственным интеллектом на решение и подробное описание задачи, составило 12 секунд. Плюс время на передачу информации по сети интернет – приблизительно 10 секунд. Итого менее полминуты.

4. Время на написание программы на высокоуровневом языке программирования VBA плюс передача данных – приблизительно 40 секунд. Кроме того, 15 секунд было затрачено на подготовку процедуры проверки и подключения библиотеки математической надстройки «Solver».

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов Г. В. Моделирование структуры кормопроизводства сельскохозяйственного предприятия. Методические указания и индивидуальные задания. – М.: Издательство МСХА, 2005.

2. Горчаков А. А., Орлова И. В. Компьютерные экономико-математические модели. – М.: ЮНИТИ, 1995. – С. 26.

3. Джонс, М. Т и м. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс. – М.: ДМК-Пресс, 2006. – 312 с. – Парал. тит. л. на англ. яз. – Предм. указ.: С. 308–311. – Библиогр. в конце глав. – ISBN 5-94074-275-0.

4. Загорюлько Ю. А., Загорюлько Г. Б. Искусственный интеллект. Инженерия знаний: учеб. пособие для вузов; Новосиб. гос. ун-т. – М.: Юрайт, 2018. – 93 с.: табл. – (Университеты России). – Библиогр.: С. 88–91. – ISBN 978-5-534-07198.

5. Касторнова В. А. Системы искусственного интеллекта как технологическая основа решения задач обучения на примере предметной области «Информатика» // Педагогическая информатика. – 2018. – № 4. – С. 47–58.
6. Калинин И. А., Самылкина Н. Н. Интеллектуальные алгоритмы и искусственный интеллект // Информатика. – 2014. – № 10. – С. 38–47.
7. Копенкин Ю. И. Моделирование использования кормов на сельскохозяйственных предприятиях: Методическое пособие. – М.: Изд-во МСХА, 2004.
8. Кормление сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие / А. Я. Райхман, М. В. Шупик и др. – Горки: БГСХА, 2014. – 236 с.
9. Райхман А. Я. Приемы составления рационов с использованием персонального компьютера: методические указания. – Горки: БГСХА, 2006. – 56 с.
10. Райхман А. Я. Совершенствование системы кормления молочного скота средствами информационных технологий: монография. – Горки: БГСХА, 2013. – 152 с.
11. Райхман А. Я. Оптимизация рационов лактирующих коров при различном потреблении сухого вещества кормов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XVI международной научно-практической конференции. – Горки, 2013, С. 292–296.
12. Райхман А. Я. Моделирование рационов лактирующих коров с использованием энергетических добавок // Сборник материалов научно-практической конференции «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства». – Горки: БГСХА, 2014. – Выпуск 17. – С. 214–221.
13. Райхман А. Я. Эффективность использования объемных кормов разного класса качества в рационах лактирующих коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов. – Горки: БГСХА, 2017. – Вып. 20. в 2 частях. – Ч. 1. – С. 247–256.
14. Рыбина Г. В. Основы построения интеллектуальных систем: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 080801 «Прикл. Информатика» и др. экон. спец. / Г. В. Рыбина. – М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2010. – 430 с.: ил. – Прил.: С. 376–414. – Библиогр.: С. 415–430. – ISBN 978-5-279-03412-3. – ISBN 978-5-16-004033-2.
15. Уваров А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Информатика и образование. ИНФО. – 2018. – № 4. – С. 14–22.
16. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 010100 «Математика». – М.: Academia, 2005. – 176 с.: ил. – (Высшее профессиональное образование) (Учебное пособие) (Информатика и вычислительная техника). – 2-я и 3-я сер. указ. на обл. – На обороте тит. л.: Изд. центр «Академия». – ISBN 5-7695-1958-4.