

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РИСОВОДЧЕСКИМ ФЕРМЕРСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

Турдышов Д.Х.¹

¹ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8), e-mail: dawletmurat@mail.ru

В статье предложена архитектура системы управления рисоводческим фермерским хозяйством. Система управления состоит из четырех подсистем: системы стратегического планирования, системы управления технологическим процессом, системы управления персоналом, системы управления материально-технической базой. Математическая модель системы управления персоналом фермерского хозяйства включает в себя один центр и множество агентов, которые могут перемещаться между организационными блоками данной фермы, соседних ферм, рынком труда, обучающей организацией. Каждый из агентов характеризуется такими параметрами, как производительность, желаемый уровень заработной платы, квалификация в определенных видах работ. В процессе работы фермы необходимо оптимизировать перемещения агентов так, чтобы с учетом динамического расписания технологических операций обеспечивался максимум прибыли фермы за несколько лет. Поиск оптимального состава фермы производится с интервалом в один день на основе метода Монте-Карло. В заключительной части статьи предложен способ решения одной из частных задач оптимизации состава персонала фермы.

Ключевые слова: система управления, фермерское хозяйство, рисоводство, архитектура системы управления, математическая модель.

INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM OF RICE-GROWING FARM

Turdishov D.K.¹

¹FGBOU VPO Voronezh State Academy of Forestry Engineering, Voronezh, Russia (Voronezh 394087, Timiryazev str. 8), e-mail: dawletmurat@mail.ru

In the article the control architecture rice-growing farm. The control system consists of four subsystems: strategic planning, process control systems, personnel management system, management system of material and technical base. A mathematical model of the system of personnel management of the farm includes one center and a variety of agents that can be moved between the organizational units of the farm, neighboring farms, labor market training organization. Each agent is characterized by parameters such as performance, the desired level of wages, qualifications in certain types of jobs. In operation, the farm, you need to optimize the movement of agents so that, in view of the dynamic schedule manufacturing operations ensures maximum profits farm for a few years. Finding the optimal composition of the farm is made with an interval of one day on the basis of the Monte Carlo In the final part of this article provides a method of solving one of the particular problems of optimization of the farm staff.

Keywords: management system, farm, rice-growing, management system architecture, mathematical model.

Рисоводство является одной из основных отраслей сельского хозяйства юга России, а также многих стран СНГ [4]. Эффективность рисоводческих ферм может быть повышена за счет внедрения современных систем технологического и социально-экономического управления [2; 3]. С точки зрения теории управления рисоводческая ферма является организацией со сложной многоуровневой структурой и сложным многостадийным технологическим процессом [6-8].

Рисоводческая ферма имеет две важные особенности, которые должна учитывать система управления. Во-первых, технологические операции по выращиванию риса являются сезонными. Поэтому в течение года большую часть времени сотрудники фермы должны быть заняты на дополнительных работах (выращивание других культур, животноводство

и т.д.), а в короткие периоды времени, связанные с проведением технологических операций по выращиванию основной культуры (риса), необходимо привлечение как всех сотрудников фермы, так и, возможно, сторонних работников.

Во-вторых, в сельском хозяйстве велика роль случайных процессов и рисков. Так, в частности, случайными процессами и событиями являются развитие растений, погодные условия, появление вредителей, болезней, грибков, состояние рынка труда для привлечения сотрудников. Поэтому система управления рисоводческой фермой, реализованная в виде системы поддержки принятия решений руководителя фермы, должна оперативно реагировать на текущие условия и обеспечивать как можно большую эффективность фермы.

Целью настоящей работы была разработка системы управления рисоводческой фермы. В настоящей работе предложена архитектура и элементы математической модели системы управления рисоводческой фермы.

В системе управления фермой целесообразно выделить четыре подсистемы (рисунок 1).

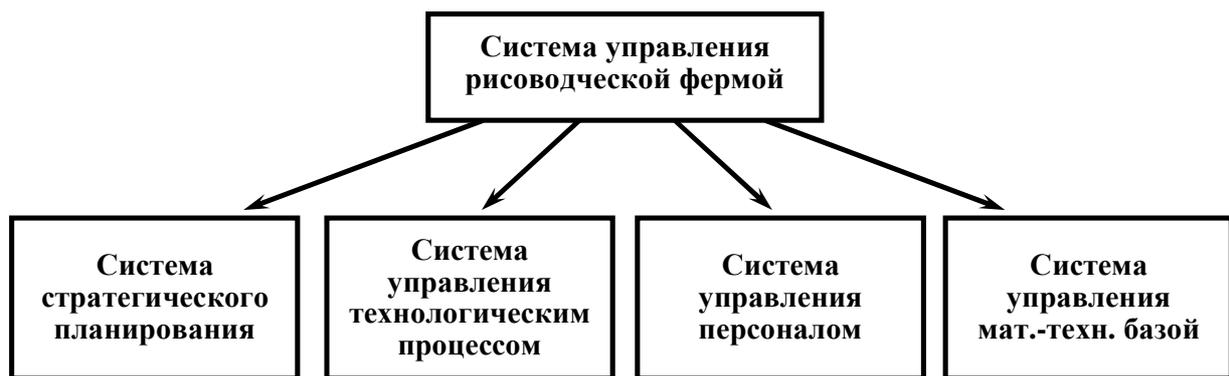


Рисунок 1 – Структура системы управления рисоводческой фермой

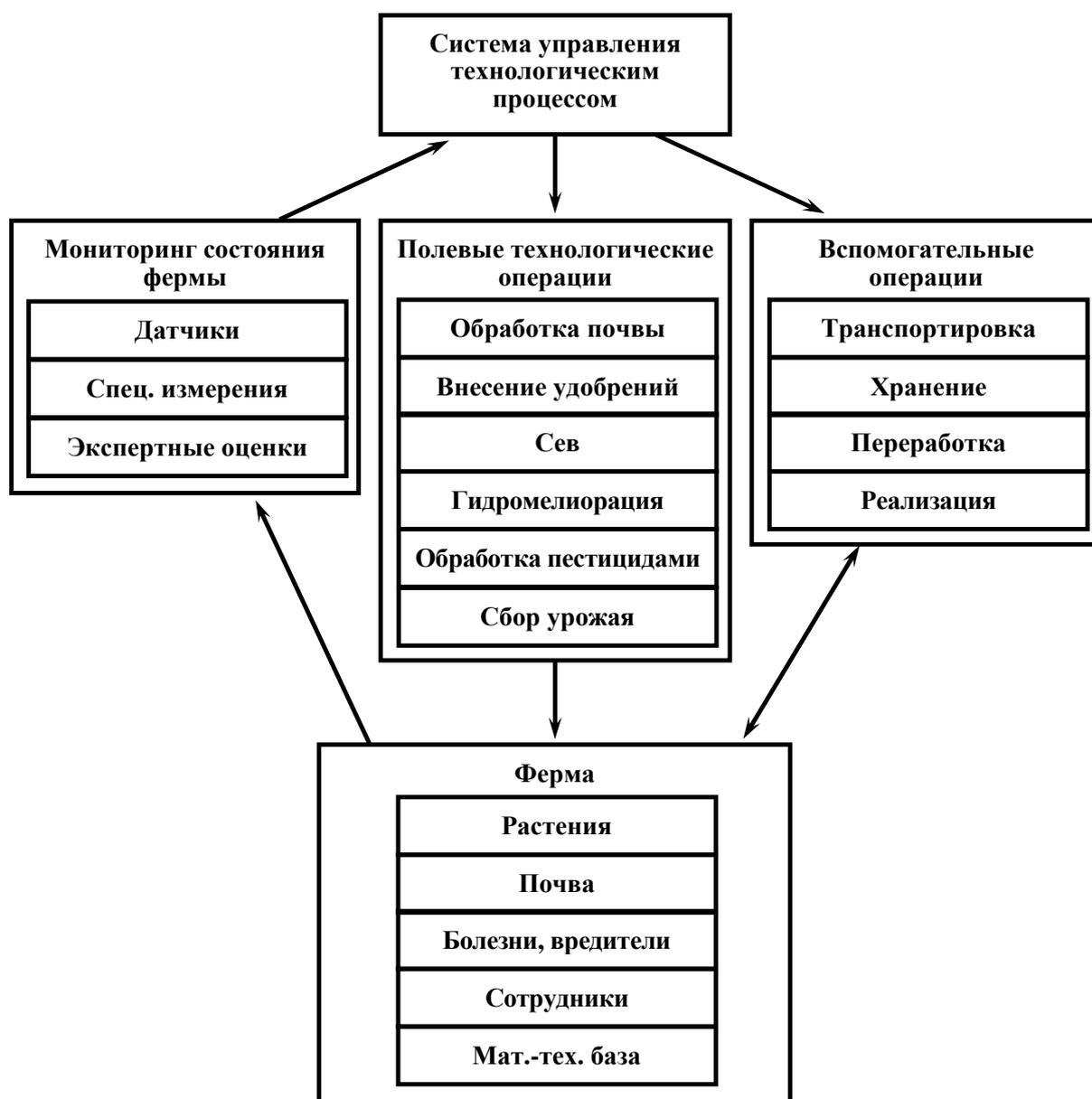


Рисунок 2 – Схема системы управления технологическим процессом фермы

Система управления технологическим процессом базируется на непрерывном мониторинге состояния фермы, который производится с помощью датчиков, специальных измерений и экспертных оценок (рисунок 2). В зависимости от результатов мониторинга принимается решение о проведении в определенный период времени полевых технологических операций, а также вспомогательных операций.

При построении модели системы управления и разработки программ поддержки принятия решений в качестве шага дискретизации времени выбран $\Delta t = 1$ сутки. Выбор такого интервала обосновывается тем, что принимая управленческие решения с интервалом 1 сутки, можно с достаточно высоким временным разрешением управлять основными технологическими операциями, которые длятся несколько суток (сев, сбор урожая и т.п.), а

также достаточно оперативно реагировать на неблагоприятные события, которые наступают в течение одних или нескольких суток и длятся несколько суток (засуха, нашествие насекомых и т.п.). Кроме того, время переезда сторонних работников (например, с соседних ферм) составляет порядка суток.

В данной работе принято, что ферма имеет один управляющий орган – центр (руководитель фермы) и множество управляемых субъектов – агентов (сотрудников фермы). Количество агентов фермы существенно изменяется с течением времени, однако они могут перемещаться между определенным количеством организационных подсистем (блоки на рисунке 3) по заранее определенным «маршрутам» (стрелки на рисунке 3).

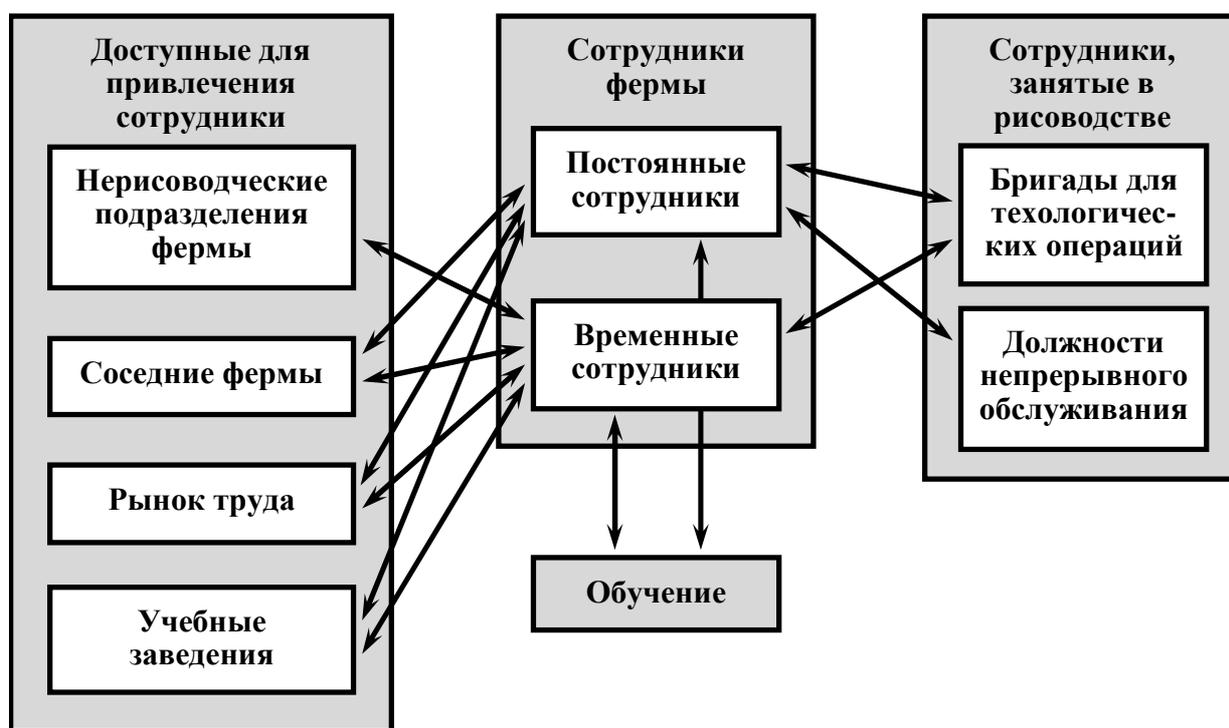


Рисунок 3 – Схема системы управления персоналом фермы

При построении математической модели системы управления персоналом фермы принято допущение, что агенты являются неоднородными (различная квалификация, различная производительность, различный желаемый уровень заработной платы и т.д.). В текущий момент времени t_t каждый блок b на рисунке 3 представляет собой множество агентов $N_b = \{N_{b1}, N_{b2}, \dots, N_{bn_b}\}$, $|N_b| = n_b$. Так, в частности, сотрудники фермы образуют два множества: $N_{ПС}$ и $N_{ВС}$ – множества постоянных и временных сотрудников. Каждый из агентов N_{bi} характеризуется рядом параметров, в частности производительностью P_{bi} , вектором квалификации Q_{bij} в выполнении j -й работы (обработка почвы, сев, сбор урожая и

т.п.), желаемым уровнем заработной платы S_{bi} , затратами на проживание агента на ферме или ежедневное перемещение к месту работы C_{bi} .

Система управления фермой должна обеспечивать своевременное изменение состава сотрудников в разных блоках в соответствии с расписанием технологических операций $R_{kt_1t_2}$ (где индекс k соответствует виду технологической операции, t_1 и t_2 – дни начала и окончания выполнения операции). Временные интервалы выполнения операций (t_1 , t_2) зависят от состояния почвы, растений, погодных условий и т.д. и динамически уточняются в процессе работы фермы.

В рамках предлагаемой модели эффективность системы управления фермы оценивается общей прибылью фермы за несколько лет работы (например, за 10 лет):

$$P_{10} = \sum_{\tau=1}^{10 \cdot 365} [D_{\tau}(N_b, R_{kt_1t_2}(V_{\tau})) - P_{\tau}(N_b, R_{kt_1t_2}(V_{\tau}))], \quad (1)$$

где P_{10} – прибыль фермы за 10 лет работы; τ – порядковый номер дня от начала моделирования деятельности фермы; D_{τ} и P_{τ} – доходы и расходы фермы за день τ ; V_{τ} – вектор внешних условий, определяющий расписание технологических операций R .

Моделирование работы системы управления в общем случае производится с помощью метода Монте-Карло, который в данном случае реализуется случайным перебором возможных перемещений агентов между организационными блоками с анализом изменения экономической эффективности фермы от данных перемещений.

Рассмотрим подробно одну из множества подзадач, составляющих математическую модель системы управления, и решим ее в простейшем виде. При созревании риса урожай необходимо убрать как можно в более короткие сроки. Процесс уборки является довольно трудоемким (около 60 нормосмен на 100 га), поэтому в случае большой площади сбора и малого количества сотрудников и техники уборка риса может занять длительное время (до нескольких недель). При этом рис перезревает и теряет товарную привлекательность. В если заранее начать уборку до полного созревания риса, часть риса, собранного до интервала созревания, так же как и часть риса, собранного позже интервала созревания, будет иметь низкую товарную ценность. Поэтому возникает необходимость в привлечении сторонних работников (и соответственно техники) на время уборки риса с целью ускорить уборку.

Целесообразность привлечения сторонних работников можно обосновывать следующим образом. Введем целевую функцию $S(N_{ш}, N_C)$, представляющую собой оценку прибыли от уборки риса. Данную функцию можно представить как разность между

стоимостью всего объема собранного риса и стоимостью работ штатных и сторонних работников:

$$S(N_{Ш}, N_{С}) = S_M - S_{Ш} - S_{С} = M \cdot s_P - N_{Ш} \cdot c_{Ш} - N_{С} \cdot c_{С}, \quad (2)$$

где $N_{Ш}$ и $N_{С}$ – количество штатных и сторонних работников; S_M , $S_{Ш}$, $S_{С}$ – соответственно стоимость всего объема собранного риса, работы штатных и сторонних работников; M – масса собранного риса; s_P – удельная стоимость риса; $c_{Ш}$ и $c_{С}$ – оплата труда стороннего работника.

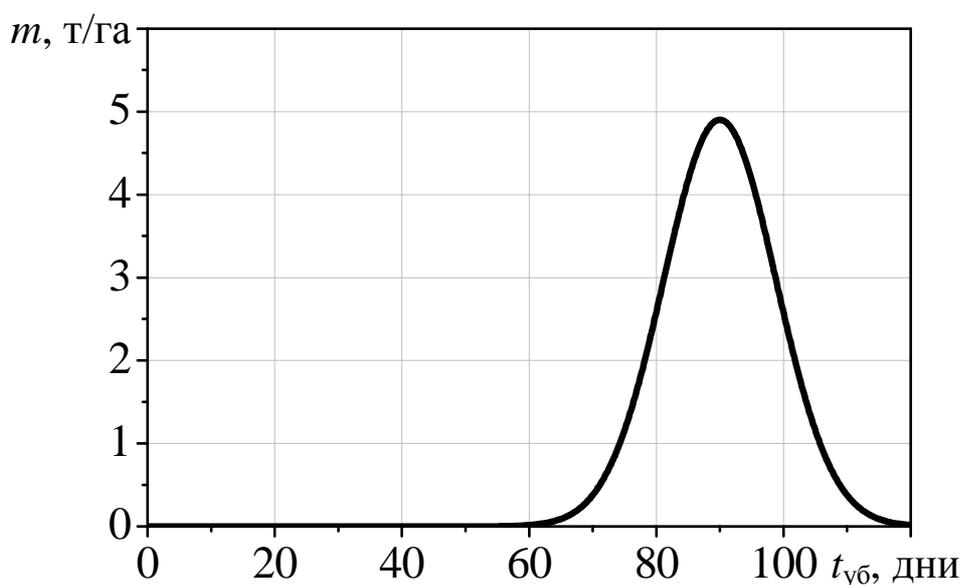


Рисунок 4 – Зависимость урожайности риса от даты уборки

Целесообразно использовать элементы искусственного интеллекта в разрабатываемой системе управления. В частности, принятие решений может опираться на прогностическую модель развития риса. Например, может быть принято допущение, что урожайность риса m зависит от даты уборки $t_{уб}$ по гауссовскому закону (рисунок 2.5) [1; 5]:

$$m(t_{уб}) = m_{\max} \cdot \exp\left(-\frac{(t_{уб} - t_{\max})^2}{2\tau^2}\right), \quad (3)$$

где m_{\max} – максимальная урожайность в день наибольшей урожайности t_{\max} ; τ – характерное время снижения урожайности (определяет ширину пика на рисунке 2.5).

Такую зависимость можно использовать для определения даты начала уборки и

необходимости в сторонних работниках. Условием привлечения сторонних работников может быть необходимость обеспечить более 95% от возможного урожая M_{\max} :

$$\frac{M}{M_{\max}} > p, \quad (4)$$

$$\frac{2 \cdot m_{\max} \int_0^{t_{\max} + \frac{S_{\phi}}{s \cdot N_{III}}} \exp\left(-\frac{(t_{y\phi} - t_{\max})^2}{2\tau^2}\right) dt_{y\phi}}{m_{\max} \cdot S_{\phi}} > p, \quad (5)$$

где p – уровень полноты уборки; S_{ϕ} – площадь, подлежащая уборке; s – норматив скорости уборки (га/смену).

Тогда целевая функция $S(N_{III}, N_C)$ примет следующий вид:

$$S(N_{III}, N_C) = 2 \cdot s_p \cdot m_{\max} \int_0^{t_{\max} + \frac{S_{\phi}}{s(N_{III} + N_C)}} \exp\left(-\frac{(t_{y\phi} - t_{\max})^2}{2\tau^2}\right) dt_{y\phi} - N_{III} \cdot c_{III} - N_C \cdot c_C, \quad (6)$$

Оптимальное число сторонних работников находится из условия:

$$S(N_{III}, N_C) \rightarrow \max. \quad (7)$$

В дальнейшем задача сводится к решению данной задачи оптимизации, например, методом градиентного спуска.

Для проверки эффективности предложенной системы управления целесообразно использовать стохастическое моделирование. Работа фермы сопряжена со значительным количеством случайных процессов и событий: развитие растений, погодные условия, появление вредителей, болезней, грибков, состояние рынка труда. Перечисленные случайные процессы и события могут быть заложены в имитационную модель работы фермы, как внешние данные для модели.

Таким образом, в рамках настоящей работы предложена архитектура системы управления фермерским хозяйством, обозначены направления создания математической модели системы управления фермерским хозяйством, предложен способ решения одной из задач оптимизации состава персонала фермы.

Список литературы

1. Билоножко В.Я. Активность биологических процессов в растениях гречихи в зависимости от сроков сбора семян // Сб. науч. трудов Подольского государственного аграрно-технического университета. – Каменец-Подольский, 2003. – № 15. – С. 44–48.
2. Зольников В.К., Сербулов Ю.С, Анциферова В.И. Управление образовательным процессом // Программные продукты и системы. – 2010. – № 1. - С. 7. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=14870168> (дата обращения: 12.04.2013).
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. - М. : МПСИ, 2005. – 584 с.
4. Папенко П.И. Лидер рисоводческого комплекса Краснодарского края // Научный электронный журнал КубГАУ. - 2004. – № 3 (5). – С. 1–14.
5. Рарок А.В. Зависимость урожайности сортов гречихи от сроков уборки // Инновации в науке : мат. XV Межд. заочн. науч.-практ. конф. 2012 г. – С. 83–90.
6. Турдышов Д.Х., Кутлымуратова Д.А., Рахимбоев Х.Ж. Модели управления эффективностью и устойчивостью фермерских хозяйств // Моделирование систем и процессов / ВГЛТА. - 2012. - Вып. 4. – С. 105-108. – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18901114> (дата обращения: 16.04.2013).
7. Турдышов Д.Х. Информационная система управления фермерским хозяйством // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. - URL: www.science-education.ru/106-7616 (дата обращения: 10.04.2013).
8. Турдышов Д.Х. Особенности построения информационных систем управления // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. - URL: www.science-education.ru/107-8187 (дата обращения: 15.04.2013).

Рецензенты:

Зольников В.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники и информационных систем, ВГЛТА, г. Воронеж.

Драпалюк М.В., д.т.н., профессор, проректор по науке и инновациям, ВГЛТА, г. Воронеж.