

DOI: 10.24143/2072-9502-2017-3-108-116
УДК 54.058(075)

*И. М. Космачёва, И. В. Сибикина,
И. Ю. Алексанян, Ю. А. Максименко, Т. В. Хоменко*

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

Предложена математическая модель выбора оптимальной стратегии поведения участников управления производством рыбной продукции. Модель предполагает учет и анализ большого числа меняющихся параметров, поскольку управление деятельностью в сфере рыбного хозяйства происходит в условиях неопределенности (связанной с неполнотой информации или ее неточностью; с предпочтениями лица, принимающего решение, и отношением к риску при разработке стратегий поведения в производственном процессе) и наличия различного рода рисков (погодные, антропогенные, эпидемиологические, информационные, производственные и т. д.). Для оценки полезности решения правила выбора объединены на основе различных сверток критериев. Выбор оптимальной стратегии позволяет снизить экономические потери. Результаты исследования имеют прикладной характер и могут быть использованы в разработках, связанных с проектированием информационных систем, систем поддержки принятия решений для рыбодобывающей отрасли.

Ключевые слова: аквакультура, системы поддержки принятия решений, оптимальная стратегия.

Введение

Развитие товарной аквакультуры является приоритетным направлением в рыбном хозяйстве России [1] и требует развития информатизации для повышения эффективности деятельности в этой сфере. В настоящее время в Российской Федерации создан Государственный рыбохозяйственный реестр, который представляет собой систематизированный свод документированной информации о водных биоресурсах, об их использовании и сохранении. Перечень видов информации в реестре определен законодательством и обширен [2, 3]. Задачи, решаемые автоматизированной информационной системой «Государственный рыбохозяйственный реестр», ограничены сбором документированной информации, хранением и подготовкой итоговых отчетов, учетом запросов на предоставление информации из реестра. Но нет практики использования электронных баз данных о рыбохозяйственных предприятиях для ранжирования по инвестиционной привлекательности и эффективности. Нет также механизма выбора оптимальных вариантов ведения бизнеса предприятий в сходных условиях по накопленным ретроспективным данным о результатах производства в рыбном хозяйстве.

Уровень информационной прозрачности в отношении факторов риска предприятий рыбохозяйственной отрасли важен для инвесторов, стремящихся эффективно вложить свои средства в рыбную отрасль, для государства, поддерживающего производителей специальными программами, а также для производителей, которые хотят аккумулировать опыт управления деятельностью и снизить производственные риски в будущем на основе анализа данных в специализированных базах данных.

В настоящее время необходима разработка информационных систем, систем поддержки принятия решений тактического плана для динамической оценки эффективности предприятий и выбора оптимальных решений в производственном процессе, зависящих от таких стохастических факторов, как спрос на рыбную продукцию, качество воды по гидрохимическим и гидробиологическим параметрам, уровень воды в подводящих каналах, водотоках, задержка залитая нерестовых угодий, продолжительность половодья, логистические условия и др.

Анализ информации подразумевает ее структурирование, формализацию, классификацию, введение системы критериев выбора из множества вариантов решений. Обработка информации в данном случае должна основываться на методах системного анализа, экспертных оценок, теории принятия решений. Большинство систем поддержки принятия решений реализуются как интеллектуальные. В настоящее время в рыбохозяйственной отрасли такие системы не развиты

и не представлены на рынке. В связи с этим актуальной задачей является построение и исследование математических моделей, предназначенных для разработки оптимальных стратегий в сфере воспроизводства объектов аквакультуры.

Формализация задачи сбора и обработки информации для принятия решения

В идеале часть входных данных должна формироваться автоматически посредством интеграции с различными информационными системами и использования современных технических средств и информационных технологий. Однако это может приводить к техническим искажениям в них или пропускам, поэтому после сбора данных, перед обработкой, они должны подвергаться процедуре предобработки (удаление пропусков, шумов, выявление аномалий и т. д.).

Данные, используемые в системе поддержки принятия решений, многомерны и стохастичны. Основу их составят данные о факторах риска, полученные на основе текущей и ретроспективной информации (статистической или экспертной) [4]. Например, к рисковому факторам, оказывающим влияние на эффективность стратегии производства, могут относиться [1–6]:

1. Риск проникновения и (или) распространения вредных организмов, угрожающих производству объектов аквакультуры.

2. Риск воздействия природных явлений, опасных для производства продукции, или экологические бедствия.

3. Риск нарушения снабжения электрической, тепловой энергией, водой в результате стихийных бедствий и др.

Каждому из таких случаев сопоставляется вероятность P_j возникновения и возможный ущерб. Вероятность событий и возможный ущерб могут быть получены на основе статистических данных, опыта и знаний специалистов-экспертов.

Выделим примерный список критериев (показателей) ранжирования объектов рыбохозяйственной сферы, значение которых может быть известно/неизвестно в момент принятия решения:

1. Обеспеченность специалистами в хозяйстве.

2. Бюджетные ограничения.

3. Обеспеченность кормовой базой.

4. Надежность партнеров.

5. Спрос на продукцию.

6. Качество рыбопосадочного материала.

7. Развитость логистической схемы перевозки.

8. Состояние материально-технической базы.

9. Состояние мелиоративных объектов.

10. Динамика развития предприятия.

11. Зависимость от характеристик паводка и др.

Нечеткое значение j -го показателя i -й альтернативы может быть представлено при отсутствии данных статистики в виде нечеткого множества (числа). С точки зрения лица, принимающего решение (ЛПР), не все критерии могут быть равноценными, их важность может определяться экспертно с помощью коэффициентов важности. Очевидно, может быть выделена группа главных и второстепенных критериев, значения которых в оцениваемом варианте не должны выходить за предельно допустимые значения.

В качестве вариантов решений в задачах выбора в рыбохозяйственной отрасли могут также выступать:

– рыбохозяйственные объекты;

– меры поддержки рыбохозяйственных предприятий;

– правила предоставления предприятиям субсидий и различных льгот;

– объекты закрепления приоритетного права пользования рыбноводными участками;

– варианты распределения квот между хозяйствами, занимающимися товарной аквакультурой;

– тип реализации продукции (замороженная, сырая, переработанная);

– вид страхования рисков.

За рубежом традиционно заключают соглашения, устанавливающие фиксированные цены на будущие поставки. Эти договоренности дают производителям снизить риски

и возможные потери [5–8]. Например, мультириск покрывает все убытки, а страхование от поименованных рисков покрывает убытки, связанные с воспроизводством отдельных объектов аквакультуры. Согласно мультирисковому договору, производитель выбирает определенную стоимость продукции, по которой он страхует ее в начале сезона. Чтобы снизить стоимость страхования, производитель имеет возможность исключать из покрытия факторы риска, неактуальные для его региона или воспроизводимых им объектов аквакультуры.

Окончательная величина убытка по заявленным договорам страхования определяется после предоставления хозяйством статистической формы отчетности и других документов (перечень определяется договором страхования). Затем, в конце года, оцениваются показатели прибыли, которые учитываются при расчетах в будущем.

Если имеется статистическая информация или данные экспертов о среднем объеме реализованной продукции в прошлом, то можно построить платежные матрицы (матрицы полезности), по которым будут определяться эффективный хозяйствующий субъект для инвестирования или его спонсирования государством как наиболее перспективного.

При учете эффективности ведения деятельности в модель в дальнейшем можно включить и такие значимые факторы, как количество рабочих мест, доля снижения заиливания русел водных массивов путем разведения травоядных рыб на территориях предприятия и доля использования современных ресурсосберегающих технологий. Все критерии имеют разный приоритет, и это необходимо учитывать, используя различные свертки критериев для сведения многомерной задачи выбора к одномерной.

Математические модели выбора в автоматизированных системах рыбопромышленной комплекса

Описание и формализация задачи. В управлении деятельностью в рыбохозяйственном секторе используются модели принятия решения в условиях неопределенности и риска [9].

Можно выделить следующие виды неопределенности: неопределенность, связанная с неполнотой информации или ее неточностью; неопределенность, связанная ЛПП, его предпочтениями и отношением к риску при разработке стратегий поведения в производственном процессе.

Проблемная ситуация принятия решения при риске формально описывается следующей моделью:

1. Сформировано множество решений $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, где x_k – альтернативы, $k = 1, \dots, n$. Среди этого множества и необходимо выбрать оптимальный вариант. Каждая варианта сравнивается с другой посредством системы показателей, которые характеризуют внешние факторы, состояния среды.

2. Множество состояний среды $Y = \{y_1, \dots, y_q\}$. Лицу, принимающему решения, точно неизвестно, в каком конкретном состоянии находится или будет находиться среда. На множествах решений $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ и $Y = \{y_1, \dots, y_q\}$ определена характеристика z_i , описываемая функцией полезности $U_i = \|u_i(x_k, y_j, p_j)\|$, $x_k \in X$, $y_j \in Y$, либо функцией потерь $V_i = \|v_i(x_k, y_j, p_j)\|$, $x_k \in X$, $y_j \in Y$.

При оценке качества альтернатив возможны несколько ситуаций, связанных с наличием у ЛПП информации о состояниях внешних факторов и ее качеством:

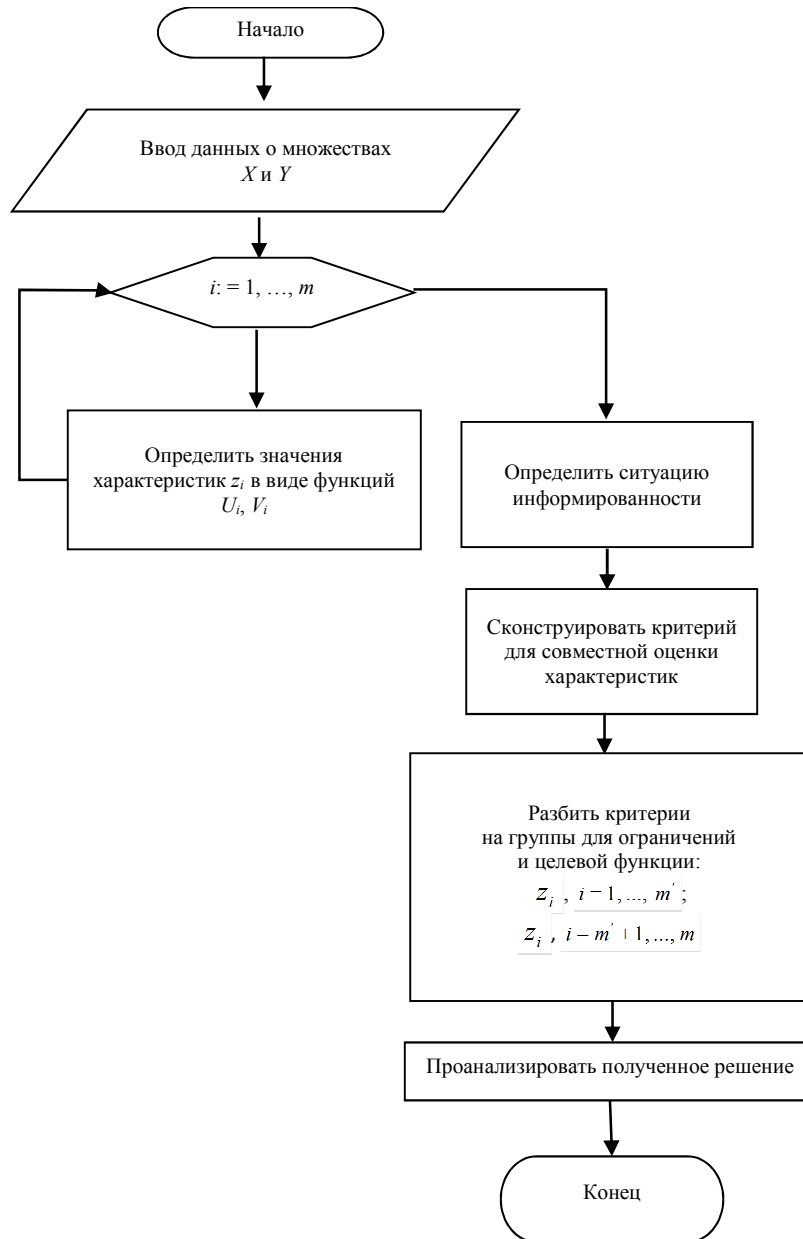
1. Лицу, принимающему решения, известно распределение вероятностей $p = (p_1, \dots, p_q) : 0 \leq p_j \leq 1, \sum_{j=1}^q p_j = 1$ наступления состояния среды $y_j \in Y$.

2. Лицу, принимающему решения, известно, что среда противодействует (конкурентная борьба, обратные зависимости между зависимыми факторами, стратегиями): среда стремится к выбору состояний $y_j \in Y$, обеспечивающих наименьшее (наибольшее) значение функции полезности (потерь) из множества своих максимально (минимально) возможных по решениям значений.

3. Лицу, принимающему решения, имеет неточную информацию о состояниях внешней среды. Требуется решить задачу выбора – выделить лучшую альтернативу $x_k \in X$. Введенная

функция полезности U_i используется для оценки характеристики системы z_i . Она описывает полезность, вероятность достижения цели и т. д. В противоположность этому функция потерь V_i применяется для выражения ущерба, риска и т. д. Вид функции определяется ЛПР или привлекаемыми экспертами.

Описание алгоритма принятия решения. Выбор оптимального варианта решения представим в виде алгоритма (рис.).



Алгоритм принятия решения

Целевая функция будет конструироваться на основе первой группы критериев с учетом их приоритетов. На основе второй группы критериев будут формироваться ограничения. Это означает, что для данных групп применим принцип главного критерия. В этом случае для первой группы критериев используются разные свертки и соответствующие принципы оптимальности. Для формирования ограничений применимы разные принципы оптимальности:

– принцип идеальной точки:

$$X_1 = \left\{ x_k : \arg \left(\sum_{i=m'+1}^m \gamma_i^p \cdot (z_i^I - z_i(x_k))^p \geq z_{gr} \right) \right\}, \quad p=1, 2, \dots,$$

где z_i^I , $m'+1, \dots, m$ – координаты идеальной точки, выбираемые, например, как большие числа $z_i^I = 10^3$;

– принцип максимина:

$$X_2 = \left\{ x_k : \arg \left(\min \left\{ \gamma_{m'+1} \cdot z_{m'+1}(x_k), \dots, \gamma_m \cdot z_m(x_k) \right\} \geq z_{gr} \right) \right\};$$

– принцип абсолютной уступки:

$$X_3 = \left\{ x_k : \arg \left(\sum_{i=m'+1}^m \gamma_i z_i \geq z_{gr} \right) \right\};$$

– принцип относительной уступки:

$$X_3 = \left\{ x_k : \arg \left(\prod_{i=m'+1}^m [z_i(x_k)]^{\gamma_i} \geq z_{gr} \right) \right\}.$$

Если $z_i = 0$, то используем $z_i = \varepsilon$, где $\varepsilon > 0$ – малое число, например, $\varepsilon = 10^{-3}$;

– принцип антиидеальной точки:

$$X_4 = \left\{ x_k : \arg \left(\sum_{i=m'+1}^m \gamma_i^p (z_i(x_k) - z_i^{AI})^p \geq z_{gr} \right) \right\},$$

где z_i^{AI} , $i = m'+1, \dots, m$, – координаты антиидеальной точки, выбираемые, например, как $z_i^{AI} = 0$.

Получены следующие комбинированные критерии:

– целевая функция и постановки задач выбора при разных ограничениях на основе принципа идеальной точки:

$$F(x) = \min_{x_k \in X_1} F(x_k) = \min_{x_k \in X_1} \sum_{i=1}^{m'} \gamma_i^p (z_i^I - z_i(x_k))^p, \quad p=1, 2, \dots,$$

$$F(x) = \min_{x_k \in X_2} F(x_k) = \min_{x_k \in X_2} \sum_{i=1}^{m'} \gamma_i^p (z_i^I - z_i(x_k))^p,$$

$$F(x) = \min_{x_k \in X_3} F(x_k) = \min_{x_k \in X_3} \sum_{i=1}^{m'} \gamma_i^p (z_i^I - z_i(x_k))^p,$$

$$F(x) = \min_{x_k \in X_4} F(x_k) = \min_{x_k \in X_4} \sum_{i=1}^{m'} \gamma_i^p (z_i^I - z_i(x_k))^p;$$

– целевая функция и постановки задач выбора при разных ограничениях на основе принципа максимина:

$$F(x) = \max_{x_k \in X_1} F(x_k) = \max_{x_k \in X_1} \min_{i \in \{1, \dots, m'\}} (\gamma_i z_i(x_k)),$$

$$F(x) = \max_{x_k \in X_2} F(x_k) = \max_{x_k \in X_2} \min_{i \in \{1, \dots, m'\}} (\gamma_i z_i(x_k)),$$

$$F(x) = \max_{x_k \in X_3} F(x_k) = \max_{x_k \in X_3} \min_{i \in \{1, \dots, m'\}} (\gamma_i z_i(x_k)),$$

$$F(x) = \max_{x_k \in X_4} F(x_k) = \max_{x_k \in X_4} \min_{i \in \{1, \dots, m'\}} (\gamma_i z_i(x_k));$$

– целевая функция и постановки задач выбора при разных ограничениях на основе принципа относительной уступки:

$$F(x^*) = \max_{x_k \in X_1} F(x_k) = \max_{x_k \in X_1} \prod_{i=1}^{m'} [z_i(x_k)]^{\gamma_i},$$

$$F(x^*) = \max_{x_k \in X_2} F(x_k) = \max_{x_k \in X_2} \prod_{i=1}^{m'} [z_i(x_k)]^{\gamma_i},$$

$$F(x^*) = \max_{x_k \in X_3} F(x_k) = \max_{x_k \in X_3} \prod_{i=1}^{m'} [z_i(x_k)]^{\gamma_i},$$

$$F(x^*) = \max_{x_k \in X_4} F(x_k) = \max_{x_k \in X_4} \prod_{i=1}^{m'} [z_i(x_k)]^{\gamma_i}.$$

Можно также комбинировать разные принципы оптимальности, применяя их к разным группам критериев.

Рассмотрим постановку задачи с использованием принципа абсолютной уступки для первой группы критериев и принципа идеальной точки для второй группы критериев:

$$F(x) = \max_{x_k \in X} F(x) = \max_{x_k \in X} \left(\sum_{i=1}^{m'} (\gamma_i z_i)^p + \lambda \sum_{i=m'+1}^m \gamma_i^p (z_i^I - z_i(x_k))^p \right), \quad p=1, 2, \dots.$$

В задачах принятия решения в условиях неопределенности применима также энтропия, т. к. она является мерой оценки неопределенности. Пусть $y_j \in Y$ с вероятностью p_j , $j=1, \dots, q$, тогда мерой неопределенности Y будет энтропия

$$H_S = - \sum_{j=1}^m p_j \ln p_j.$$

Энтропия H_S – неотрицательная величина. Если одно из p_j равно 1, то $H_S = 0$ – ситуация отсутствия неопределенности. При $p_j = 1/q$, $j=1, \dots, q$, величина энтропии максимальна ($H_S = \ln q$) – ситуация полной неопределенности.

Пусть $u_i(x_k, y_j) > 0$ для всех k и j . Энтропию математического ожидания функции полезности для решения $x_k \in X$ определим следующим образом:

$$H_i(p, x_k) = - \sum_{j=1}^q \frac{p_j u_i(x_k, s_j)}{\sum_{j=1}^q p_j u_i(x_k, s_j)} \ln \frac{p_j u_i(x_k, s_j)}{\sum_{j=1}^q p_j u_i(x_k, s_j)}.$$

В качестве вероятностей выступают взвешенные нормализованные величины:

$$p_j u_i(x_k, s_j) / \sum_{j=1}^q p_j u_i(x_k, s_j).$$

Требуется найти решение x^* (либо X) из условия

$$z_i(p, x) = H_i(p, x) = \min_{x_k \in X} H_i(p, x_k).$$

Если для всех k и j условие $u_i(x_k, y_j) > 0$ не выполняется, то делается переход от значений $u_i(x_k, y_j)$ функции полезности к риску (сожалениям, потерям) вида

$$\tilde{u}_i(x_k, y_j) = \max_{y_j \in Y} u_i(x_k, y_j) - u_i(x_k, y_j),$$

$$x_k \in X.$$

В этом случае решение x^* находится из условия минимума по $x_k \in X$ энтропии математического ожидания функции полезности вида $H_i(p, x_k)$ при $\tilde{u}_i(x_k, y_j) > 0$:

$$z_i(p, x) = \min_{x_k \in X} H_i(p, x_k) = \min_{x_k \in X} \left(- \sum_{j=1}^q \frac{p_j \tilde{u}_i(x_k, y_j)}{\sum_{j=1}^q p_j \tilde{u}_i(x_k, y_j)} \ln \frac{p_j \tilde{u}_i(x_k, y_j)}{\sum_{j=1}^q p_j \tilde{u}_i(x_k, y_j)} \right)$$

Заключение

В ходе исследования были рассмотрены критерии выбора альтернативных вариантов решения, которые могут быть положены в основу современных автоматизированных систем поддержки принятия решения в рыбной отрасли. Использованы примеры комбинирования различных сверток критериев и принципов оптимальности, в частности принципы абсолютной уступки и идеальной точки. Расстояние до эталонной точки можно вычислять разными способами и адаптировать параметры по мере накопления статистической базы и получения возможности тестирования представленных математических моделей на реальных данных, хранящихся в информационных системах. Такие системы повысят качество принимаемых управленческих решений за счет подтверждения их обоснованности, своевременности и непротиворечивости. При проектировании информационных систем актуально также предусмотреть их интеграцию с геоинформационными технологиями и мобильными средствами [10, 11], что наделит исследуемые информационные объекты пространственными характеристиками и расширит возможности эффективного управления ими.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70751534/#ixzz4aCLhAwKl>.
2. Об утверждении Перечня видов информации, содержащейся в государственном рыбохозяйственном реестре, предоставляемой в обязательном порядке: Приказ Росрыболовства от 13.05.2009 № 385. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89068/#dst100012.
3. Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федер. закон от 02.07.2013 № 148-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/.
4. Соколов А. Г., Квятковская И. Ю., Зименкова А. Е. Информационная система мониторинга региональных инвестиционных рисков // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. № 1. С. 181–186.
5. О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства»: Федер. закон от 25 июля 2011 года № 260-ФЗ г. URL: <http://base.garant.ru/12188234/>.
6. Report Working Group on Risk Management in Agriculture for XI Five Year Plan (2007–2012). URL: http://planningcommission.nic.in/aboutus/committee/wrkgrp11/wg11_risk.pdf.
7. Обзор мирового рынка страхования и перестрахования сельскохозяйственных рисков. URL: <http://www.agroinsurance.com/ru/practice/?pid=453>.
8. Будущее страхования сельскохозяйственных рисков в России. URL: http://raexpert.ru/editions/bulletin/agriculture_ins_future.pdf.
9. Рыков А. А. Модели и методы многокритериальной оценки качества и выбора решений при риске: дис. ... канд. техн. наук. М., 2006. 164 с.
10. Квятковский К. И. Управление пространственно-распределенными информационными объектами социально-экономических систем // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 2. С. 30–34.

11. Федорова В. А. Перспективы и проблемы развития рыбной отрасли в России // International Journal of Applied, and Fundamental Research. 2015. № 5. С. 478–482.

Статья поступила в редакцию 20.03.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Космачёва Ирина Михайловна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры информационной безопасности; ikosmacheva@mail.ru.

Сибикина Ирина Вячеславовна – Россия 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук; доцент кафедры информационной безопасности; isibikina@bk.ru.

Алексянн Игорь Юрьевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой технологических машин и оборудования; amxs1@yandex.ru.

Максименко Юрий Александрович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, доцент; доцент кафедры технологических машин и оборудования; amxs1@yandex.ru.

Хоменко Татьяна Владимировна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, доцент; профессор кафедры высшей и прикладной математики; t_v_khomenko@mail.ru.



*I. M. Kosmacheva, I. V. Sibikina,
I. Yu. Aleksanyan, Yu. A. Maksimenko, T. V. Khomenko*

RISK MANAGEMENT MODEL FOR DECISION SUPPORT IN THE FIELD OF FISHERIES

Abstract. The article deals with the mathematical model for choosing optimal strategy of behavior of the participants of managing fish products manufacturing. The model supposes recording and analyzing a great number of changing parameters, since management of activities in the field of fishery takes place in conditions of uncertainty (lacking in completeness or clarity of information, uncertainty related to the person making decision, his/her preferences and attitude to risk in the course of developing strategies of behavior in the industrial process) and availability of different risks (weather, anthropogenic, epidemiological, information, etc.). Selection rules were combined on the basis of various criteria convolutions in order to evaluate the usefulness of the solution. Optimal strategy selection helps to reduce economic losses. The results of the study are of applied nature and can be used in the development related to the design of information systems, as well as in the decision support systems for the fishing industry.

Key words: aquaculture, decision support systems, risk management model, optimal strategy of behavior.

REFERENCES

1. *Razvitie tovarnoi akvakul'tury (tovarnogo rybovodstva) v Rossiiskoi Federatsii na 2015–2020 gody* [Development of commercial aquaculture (commercial fish-farming) in the Russian Federation during 2015–2020]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70751534/#ixzz4aCLhAwKl>.
2. *Ob utverzhdenii Perechnia vidov informatsii, sodержashcheisia v gosudarstvennom rybokhoziaistvennom reestre, predstavliaemoi v obiazatel'nom poriadke* [On approval of the List of types of information included into

the National Fishing Inventory and granted on a mandatory basis]. Prikaz Rosrybolovstva ot 13.05.2009 № 385. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89068/#dst100012.

3. *Ob akvakul'ture (rybovodstve) i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii* [On aquaculture (fish breeding) and amendments in certain legislations of the Russian Federation]. Federal'nyi zakon ot 02.07.2013 № 148-FZ. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/.

4. Sokolov A. G., Kviatkovskaja I. Iu., Zimenkova A. E. Informatsionnaja sistema monitoringa regional'nykh investitsionnykh riskov [Information system of monitoring regional investment risks]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naja tekhnika i informatika*, 2011, no. 1, pp. 181-186.

5. *O gosudarstvennoi podderzhke v sfere sel'skokhoziaistvennogo strakhovaniia i o vnesenii izmenenii v Federal'nyi zakon «O razvitii sel'skogo khoziaistva»* [On state support of agricultural insurance and amendments in Federal Act "On the development of agriculture"]. Federal'nyi zakon ot 25 iulia 2011 goda № 260-FZ g. Available at: <http://base.garant.ru/12188234/>.

6. *Report Working Group on Risk Management in Agriculture for XI Five Year Plan (2007–2012)*. Available at: http://planningcommission.nic.in/aboutus/committee/wrkgrp11/wg11_risk.pdf.

7. *Obzor mirovogo rynka strakhovaniia i perestrakhovaniia sel'skokhoziaistvennykh riskov* [Review of international market of insurance and reinsurance]. Available at: <http://www.agroinsurance.com/ru/practice/?pid=453>.

8. *Budushchee strakhovaniia sel'skokhoziaistvennykh riskov v Rossii* [The future of insurance of agricultural risks in Russia]. Available at: http://raexpert.ru/editions/bulletin/agriculture_ins_future.pdf.

9. Rykov A. A. *Modeli i metody mnogokriterial'noi otsenki kachestva i vybora reshenii pri riske: dis. ... kand. tekhn. nauk* [Models and methods of multicriteria assessment of quality and decision making under risk conditions: Dis. cand. tech. sci.]. Moscow, 2006. 164 p.

10. Kviatkovskii K. I. Upravlenie prostranstvenno-raspredelemnymi informatsionnymi ob'ektami sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Management of spatially distributed informational objects of social and economic systems]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naja tekhnika i informatika*, 2010, no. 2, pp. 30-34.

11. Fedorova V. A. Perspektivy i problemy razvitiia rybnoi otrasli v Rossii [Perspectives and problems of fish industry development in Russia]. *International Journal of Applied, and Fundamental Research*, 2015, no. 5, pp. 478-482.

The article submitted to the editors 20.03.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kosmachova Irina Mikhailovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Information Security; ikosmacheva@mail.ru.

Sibikina Irina Vyacheslavovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Information Security; isibikina@bk.ru.

Aleksanyan Igor Yuryevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Technological Machines and Machinery; amxs1@yandex.ru.

Maksimenko Yuriy Aleksandrovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Technological Machines and Machinery; amxs1@yandex.ru.

Khomenko Tat'iana Vladimirovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Higher and Applied Mathematics; t_v_khomenko@mail.ru.

