

УДК 332.055.4

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЫБОПРОМЫШЛЕННОЙ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Н. С. Неделько

Мурманский государственный технический университет

В статье описан подход к оценке состояний устойчивости рыбопромышленной социо-эколого-экономической системы Арктического региона на основе качественных показателей чувствительности, указаны основные направления устойчивого развития рассматриваемой системы при нахождении ее в соответствующих областях устойчивости.

Ключевые слова: социо-эколого-экономическая система, чувствительность, устойчивость, Арктический регион.

N. S. Nedel'ko. ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY OF THE SOCIAL-ECOLOGICAL-ECONOMIC SYSTEM OF THE FISH INDUSTRY IN THE ARCTIC REGION THROUGH DETERMINATION OF THE MAIN PARAMETERS OF SENSITIVITY

An approach towards assessing the sustainability of the fish industry social-ecological-economic system in the Arctic region using qualitative indicators of sensitivity is described. The main directions for sustainable development of the system within specific sustainability domains are highlighted.

Key words: socio-ecological-economic system, the sensitivity, stability, Arctic region.

Морское промышленное рыболовство является одной из приоритетных отраслей Арктического региона РФ, поэтому актуально проследить за развитием рыбопромышленных предприятий с целью направления их в дальнейшем к устойчивому развитию.

Анализ рыбопромышленной социо-эколого-экономической системы (СЭЭС) региона сопровождается большой степенью неопределенности основных факторов соответствующих подсистем. В связи с этим состояния функционирования рыбопромышленной СЭЭС рассматриваются как множество отличных друг от друга возможных ва-

риантов или сценариев развития. Чувствительность, как один из важнейших критериев, характеризующий реакцию системы на совокупность действующих параметров (социальных, экологических и экономических), позволяет дать описание поведения предприятия в различных областях устойчивости. При помощи чувствительности можно также выявить темпы изменения состояния системы во времени в различных областях устойчивости, проследить последовательность перехода рыбопромышленной СЭЭС из одной области устойчивости в другую, указать направления основных сценариев развития.

С одной стороны, рыбопромышленную СЭЭС можно представить как элемент экономической системы, находящейся во взаимодействии с социальной и экологической системами. С другой стороны, рыбопромышленная СЭЭС представляется в виде иерархии вертикально соподчиненных, взаимодействующих подсистем, основным уровнем которой является экологическая подсистема. При этом в каждой подсистеме происходит осуществление процесса преобразования входных данных в выходные посредством вмешательства и управления. Государство в представленной иерархии является органом, регулирующим взаимоотношения между участниками всех трех подсистем. Взаимодействие происходит не только между соседними уровнями. Непосредственное воздействие вышерасположенных уровней часто носит обязывающий характер для нижележащих уровней (вмешательство), которое проявляется в виде изменения параметров подсистем нижележащего уровня.

Успешность работы экономической подсистемы как верхнего уровня зависит не только от осуществляемых ею действий, но и от суммарного эффекта соответствующих реакций социальной и экологической подсистем. Таким образом, представляя рыбопромышленное предприятие в виде иерархии рассматриваемых подсистем, можно отметить, что качество работы всего предприятия как СЭЭС обеспечивается обратной связью, т. е. реакциями на вмешательство.

При анализе факторов рыбопромышленной СЭЭС прослеживается четкая взаимосвязь между состоянием природной среды (обеспеченность природными ресурсами, качество компонентов среды) и уровнем развития социально-экономической системы.

Большие влияния на структуру и функционирование морских экосистем связаны с изменениями природно-климатических условий, а также с усилением антропогенной нагрузки на моря АЗРФ, к которой относятся последствия различных видов деятельности и факторов воздействия, таких как: удаление сточных вод; аварийные ситуации различного рода; сейсморазведка; удаление отходов буровых и промысловых работ; строительство платформ, терминалов, трубопроводов; модификация экосистем; сбросы приловов; нарушения дна и бентоса при донных тралениях и др.

Экологические и рыбохозяйственные последствия загрязнения проявляются только в относительно локализованных участках акваторий, прилегающих к районам прямого влияния антропогенных воздействий. По ориентировочной оценке, площадь акваторий этих импактных зон не превышает 1 % от общей площади прибрежной зоны морей Арктики, которая в свою очередь занимает не более 10 % от площади арктического шельфа. Максимально возможный рыбохозяйственный ущерб от современного загрязнения Арктики не превышает потери 0,01 % биомассы промысловых видов, обитающих в водах арктических морей России. Такая величина не может быть зафиксирована на фоне высокой природной изменчивости запасов, численности и уловов промысловых организмов [Диагностический анализ..., 2011].

Промышленное рыболовство нужно рассматривать и как отдельную структуру, и во взаимодействии с другими отраслями рыбопромышленного комплекса (такими, как судоремонт, сетеснастное производство), поскольку в результате экономической деятельности предприятия неизбежно изменяются социально-экологические показатели.

Основные сложности, возникающие при построении математической модели и при компьютерной имитации процесса деятельности предприятия, заключаются в невозможности учесть все факторы. Поэтому из всей совокупности факторов, влияющих на состояние рыбопромышленного предприятия, необходимо выделить те, которые главным образом формируют финансовый поток предприятия, для чего целесообразно использовать метод главных компонент. Этот метод позволяет уменьшить пространство влияющих факторов, оставив среди них главные, имеющие большую долю в формировании финансового потока, и отбросить «шум» – факторы, которые составляют незначительное влияние на состояние рыбопромышленного предприятия. При этом необходимо учесть, что отброшенные факторы имеют свойство накапливать незначительные отрицательные возмущения со временем и, согласно теории катастроф, незначительные на первый взгляд возмущения в системе способны привести к развитию в ней необратимых процессов [Камалян, Рубан, 2007].

Определяющим фактором для предприятий промышленного рыболовства является рыбопромысловая обстановка. Промысел по

сравнению с другими видами производства продукта для общественного потребления имеет стохастический характер, поскольку условия, в которых происходит добыча рыбы, характеризуются большой неопределенностью. Общий объем выловов обусловлен размером выделяемой квоты. Среди факторов также следует выделить рыночные цены на рыбопродукцию и топливо, которые увеличивают степень неопределенности оценки состояния предприятия и могут явиться факторами, ведущими предприятия к кризису.

В результате выходной параметр (прибыль) будет случайным, чем шире диапазон изменения факторов предприятия как системы, тем больше чувствительность целевой функции предприятия и тем больше вероятность получить убыток. Анализ чувствительности формирует представление о состоянии предприятия, его развитии, причем результатом будет не конечное состояние системы, а различные варианты поведения рыбопромышленного предприятия через создание сценариев в некотором интервале времени, поскольку экономические системы проходят через множество точек бифуркаций. Сценарии развития учитывают закономерности развития системы, внешние и внутренние факторы, влияющие на ее развитие.

Представим данные о деятельности рыбопромышленного предприятия в виде пространства

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_N), \quad (1)$$

где x_i – векторы состояния, характеризующего предприятие при влиянии i -го фактора; N – количество влияющих факторов ($i = 1, 2, 3, \dots, N$).

В качестве основных оценок чувствительности используются функции чувствительности [Бесекерский, Попов, 1975], представляющие собой частные производные векторы состояния системы к изменяемому параметру и характеризуют скорость изменения соответствующего элемента вектора состояния $x(t)$ по времени при изменении компоненты вектора параметров p :

$$v_{ij} = \frac{\partial x_i}{\partial p_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, k} \quad (2)$$

Каждая компонента вектора характеризует скорость изменения соответствующего вектора состояния при изменении соответствующего вектора параметров.

Совокупность функций чувствительности для всех состояний предприятия образуют

пространство, характеризующее общую чувствительность системы к действию рассматриваемых факторов. Это пространство удобно записать в виде матрицы размерности $m \times n$.

$$v = \begin{pmatrix} \frac{\partial x_1}{\partial p_1} & \frac{\partial x_2}{\partial p_1} & \dots & \frac{\partial x_m}{\partial p_1} \\ \frac{\partial x_1}{\partial p_2} & \frac{\partial x_2}{\partial p_2} & \dots & \frac{\partial x_m}{\partial p_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial x_1}{\partial p_n} & \frac{\partial x_2}{\partial p_n} & \dots & \frac{\partial x_m}{\partial p_n} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Еще одной оценкой чувствительности является ускорение вектора состояния системы по времени – вторая частная производная вектора состояния системы, показывающая изменение скорости системы при изменении соответствующего параметра.

$$a_{ij} = \frac{\partial v_{ij}}{\partial p_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, k} \quad (4)$$

В экономике важно физическое понимание производной – производная показывает скорость изменения функции. Знание темпов возрастания или убывания функций (рис. 1) позволяет познать динамику экономических явлений. С точки зрения физики отрицательная скорость показывает направление движения в противоположную сторону (т. е. к началу отсчета), что рассматривается как торможение, замедление. В теории дифференциального исчисления и теории катастроф отрицательная скорость показывает на убывание функции.

Отрицательное ускорение, в отличие от скорости, не всегда означает замедление, а положительное – ускорение движения системы. При положительном ускорении скорость увеличивается в положительном направлении или уменьшается в отрицательном направлении. При отрицательном ускорении скорость увеличивается в отрицательном направлении или уменьшается в положительном направлении.

Разработка механизма чувствительности является одним из важных аспектов при исследовании устойчивости системы морского промышленного рыболовства. Применительно к рыбопромышленной СЭЭС, целесообразно использовать не просто термин «устойчивость», а говорить об устойчивом развитии системы. Устойчивость развития является фундаментальным свойством систем, отличающим их от случайного набора элементов.

Основные характеристики чувствительности позволяют определить состояние рыбопромышленного предприятия, т. е. отнести

экономическое развитие предприятия к одной из областей устойчивости, поскольку первая и вторая производная однозначно определяют поведение функции.

Характеристики чувствительности индивидуальны для каждого предприятия и зависят от местонахождения системы в одной из областей устойчивости (рис. 2).

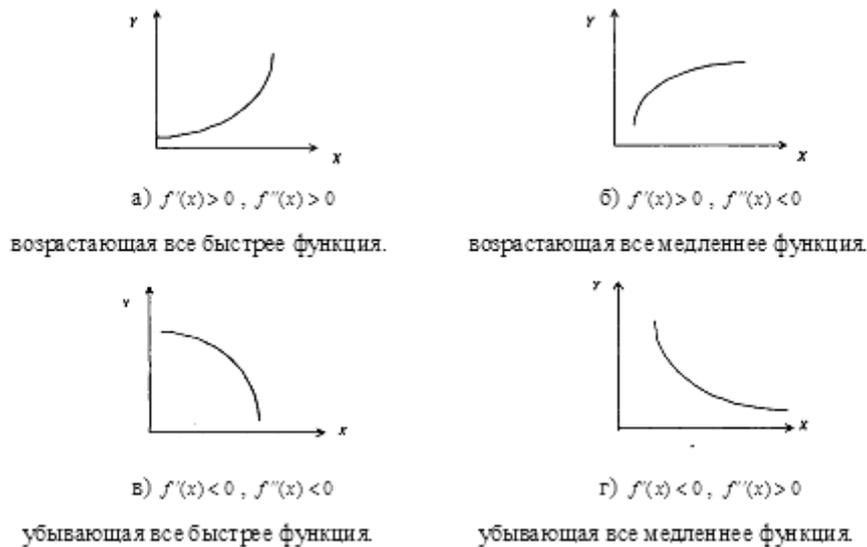


Рис. 1. Темпы возрастания функции



Рис. 2. Области состояния устойчивости предприятия [Кибиткин, Смирнова, 2011]

В состоянии неустойчивости предприятий промышленного рыболовства выделены три подобласти [Кибиткин, Сенецкая, 2009]: «область необратимого банкротства» (ОНБ), «переходная область» (ПО), «область возврата» (ОВ).

Устойчивая область (У) или область накопления экономического потенциала характеризуется устойчивым поведением экономической системы, процессом насыщения, целевой функцией которой является не только удержание состояния рыбопромышленного предприятия в равновесии, но и накопление потенциала для перехода системы на новый, более качественный уровень развития.

Область устойчивого развития характеризуется изменениями, укрепляющими и развивающими будущий потенциал предприятия. К ним относятся инвестирование, научно-техническое развитие, институциональные изменения, рациональная эксплуатация ресурсов, а также согласование этих изменений. В области устойчивого развития предприятий промышленного рыболовства также выделены три по-

добласти [Кибиткин, Смирнова, 2011]: «область инвестирования» (ОИ), «область устойчивого развития» (УР), «область замедленного роста» (ЗР).

При помощи имитационного моделирования были получены качественные оценки чувствительности (скорость и ускорение изменения финансового потока деятельности рыбопромышленного предприятия), которые были наложены на приведенную схему областей устойчивости (рис. 3).

В результате исследования на графике удалось показать возможные состояния системы, выявить темпы изменения состояния системы во времени в различных областях устойчивости, проследить последовательность перехода рыбопромышленной СЭЭС из одной области устойчивости в другую, указать возможные точки бифуркации системы, а также направления основных сценариев развития.

При нахождении системы в переходной подобласти происходит нарастание хаотических процессов, поэтому чувствительность предприятия промышленного рыболовства к внеш-

ним факторам высока, любое незначительное влияние на систему может повлечь за собой глобальное, скачкообразное изменение. Чувствительность здесь характеризуется отрицательной скоростью и положительным ускорением. Функция убывает все медленнее, поэто-

му предприятие при действии соответствующих механизмов может иметь шанс скачкообразно перейти в область возврата и успешно выйти из кризиса или перейти в область необратимого банкротства, что повлечет за собой завершение жизненного цикла.

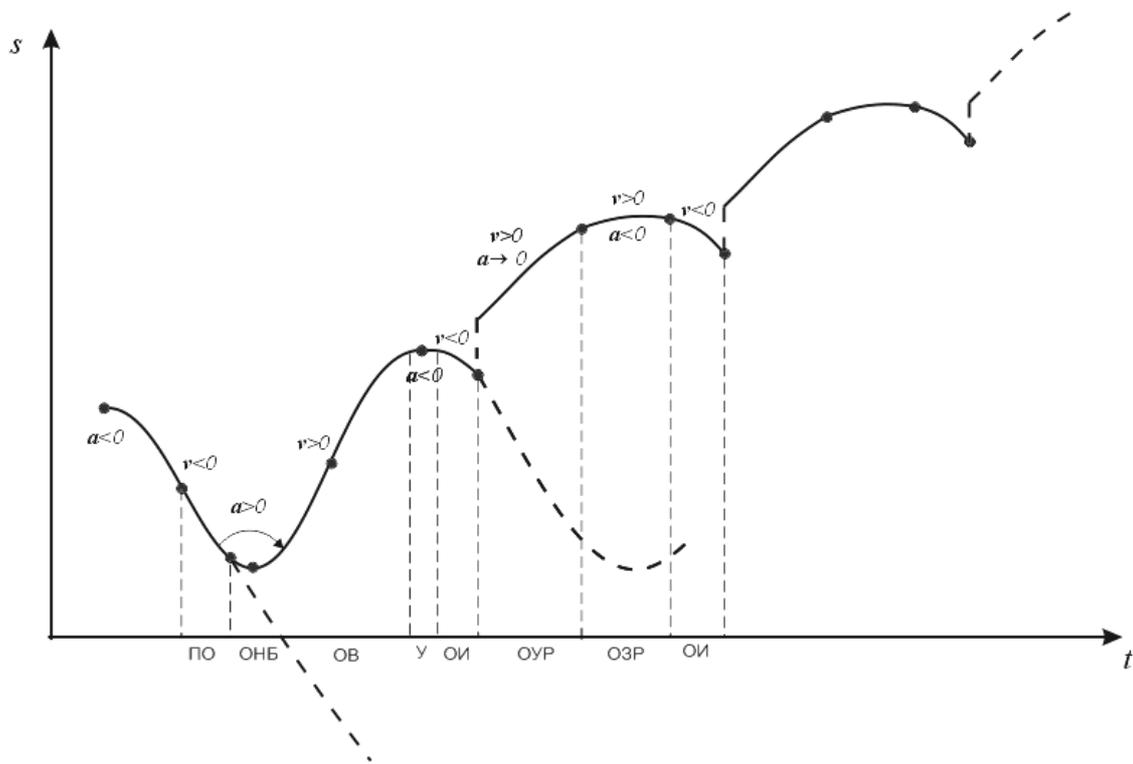


Рис. 3. Возможные состояния СЭС в различных областях устойчивости в соответствии с чувствительностью

С переходом в подобласть необратимого банкротства хаотические процессы приводят к систематическому генерированию убытка. Чувствительность здесь характеризуется очень маленькой скоростью, стремящейся к нулю, и значительно большим ускорением, что показывает на хаотичность и необратимость процессов, стремящихся к завершению жизненного цикла предприятия. Функционирование предприятия промышленного рыболовства, находящегося в этой подобласти, нецелесообразно и требуются значительные изменения, способные остановить процесс завершения жизненного цикла предприятия, что практически не представляется вероятным (маловероятно).

В подобласти возврата чувствительность системы характеризуется положительной скоростью и положительным ускорением, близким к нулю. Функция возрастает все быстрее и рыбопромышленное предприятие способно самостоятельно выйти из кризисной ситуации, восстановить нормальное функционирование, характеризующееся стабильным получением прибыли.

В устойчивой области происходит процесс насыщения рыбопромышленной СЭС, удержание экономического состояния системы в границах устойчивости, а также накопление потенциала для перехода системы на более качественный уровень развития. Здесь чувствительность характеризуется положительной скоростью, близкой к нулю, и отрицательным ускорением. Функция возрастает все быстрее. Происходит накопление потенциала для перехода системы на более качественный уровень развития. Для перехода в область устойчивого развития предприятию необходимо произвести изменения, которые позволят укрепить и развить будущий потенциал предприятия. Начало таких изменений положено в области инвестиций, в которой предприятие несет затраты, связанные с обслуживанием кредита на покупку или модернизацию судна. Чувствительность характеризуется отрицательной скоростью, близкой к нулю, и отрицательным ускорением, функция убывает все быстрее. В этой подобласти выделена точка бифуркации, проходя через которую система может не справиться со своими обязательст-

вами из-за нехватки потенциала, накопленного в предыдущей области, или, расплатившись с долгом, скачкообразно перейти на новый уровень развития.

В области устойчивого развития судно достаточно новое и не требует высоких затрат на ремонт, поэтому скорость развития системы высокая, а ускорение отрицательно и близко к нулю, система развивается. Продолжительность данной области зависит от удельного веса собственных средств в объеме инвестированных в покупку или модернизацию судна.

Переходя в подобласть замедленного роста, наблюдается снижение скорости финансового потока и отрицательное ускорение, функция продолжает характеризоваться высоким темпом роста, но по сравнению с предыдущей областью, темп ниже. Это связано, в первую очередь, с увеличением затрат на ремонт устаревших основных фондов. Характер поведения экономической системы в этой подобласти зависит от величины сформировавшегося фонда накопления и так же отмечен точкой бифуркации – либо предприятие готово к переходу на новый качественный уровень развития, либо в область неустойчивого состояния.

Таким образом, согласно теории дифференциального исчисления, совокупность оценок чувствительности рыбопромышленного предприятия как СЭЭС позволяет однозначно определить местонахождение системы в одной из областей устойчивости и, учитывая факто-

ры, характерные для Арктического региона, указать возможные направления изменения состояния рассматриваемой системы, способные привести ее к устойчивому развитию.

Кроме того, нет строгих стандартов сценариев перехода из одной области устойчивости в другую. Сценарии развития системы, в первую очередь, должны удовлетворять экологическим требованиям и возможностям конкретного предприятия, от деятельности которого зависит устойчивое развитие всего региона.

Литература

Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1975. 768 с.

Диагностический анализ состояния окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации. М.: Научный мир, 2011. http://www.npa-arctic.ru/publications/da_res_ru/index.html

Камальян А. К., Рубан А. А. Модель устойчивости российского рынка кредитных ресурсов // Финансы и кредит. 2007. № 21. С. 2–5.

Кибиткин А. И., Сенецкая Л. Б. Преодоление кризисных состояний предприятий промышленного рыболовства на основе формирования механизма устойчивого развития. СПб.: Изд-во «МКС», 2009.

Кибиткин А. И., Смирнова К. А. Рациональное природопользование в сфере морского промышленного рыболовства в обеспечении устойчивого развития региона Северного бассейна. СПб.: Изд-во «МКС», 2011.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Неделько Наталья Станиславовна

старший преподаватель
Мурманский государственный технический университет
ул. Спортивная, 13, Мурманск, 183010
эл. почта: demotion@yandex.ru
тел.: (8152) 251337

Nedel'ko, Natalia

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia
13 Sportivnaya St., 183010 Murmansk, Russia
e-mail: demotion@yandex.ru
tel.: (8152) 251337