

УДК 001.891.57: [639.2.05:330.59] (470.20)

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЫБОЛОВСТВА НА УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛОМОРЬЯ

В. В. Меншуткин¹, Н. Н. Филатов²

¹ Институт проблем региональной экономики РАН, Санкт-Петербург, Россия

² Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,
Петрозаводск, Россия

Рассматривается динамическая система, которая включает в себя не только рыболовство, но и комплекс демографических, экологических и социальных изменений, происходящих в Беломорье. Используется когнитивное моделирование, чтобы всесторонне рассмотреть возможности повышения уровня жизни населения с использованием рыболовства в условиях климатических изменений, рыночной экономики, антропогенных воздействий, загрязнения, эвтрофирования моря и др. факторов, влияющих на условия воспроизводства, численность рыб, а также условия проживания населения. Необходимость применения когнитивного моделирования обусловлена также размытостью и нечеткостью исходных данных системы. Кратко описаны современные проблемы рыбной отрасли региона, во многом обусловленные различного рода административными барьерами, особенностями рыночной экономики и несовершенством рыбохозяйственного законодательства. В настоящей работе целевая функция управления сложной социо-эколого-экономической системой направлена на достижение высокого уровня жизни населения с использованием рыболовства – одного из важнейших занятий местных жителей. При создании когнитивной модели применены концептуальное моделирование и математический аппарат непрерывной или размытой логики.

К л ю ч е в ы е с л о в а: рыболовство; уровень жизни населения; когнитивное моделирование; климат; экономика; экосистемы.

V. V. Menshutkin, N. N. Filatov. COGNITIVE MODELING OF THE FISHERIES EFFECT ON THE STANDARD OF LIVING IN THE WHITE SEA AREA

A dynamic system that includes not only fishing, but also a set of demographic, environmental and social changes taking place in the White Sea area is discussed in the paper. Cognitive modeling is used to examine the possibilities of improving the living standards of the population using fisheries in the context of climate change, market economy, anthropogenic impacts, pollution, eutrophication of the sea and other factors affecting the reproduction and numbers of fish, as well as the living conditions of people. One of the reasons to apply cognitive modeling is the fuzziness of the input data for the system. The current problems in the region's fishing industry, mainly arising from various administrative barriers, features of the market economy and flaws of the fisheries legislation, are briefly described. In this work, the target function of managing a complex socio-ecological-economic system is to achieve a high standard of living for the population using fisheries – one of the most important occupations of local people. Conceptual modeling and the mathematical toolkit of continuous or fuzzy logic were employed to create the cognitive model.

Введение

Рыбное хозяйство играет большую социально-экономическую роль в Беломорье, являясь важным источником обеспечения продуктами питания, одним из источников занятости проживающего здесь населения, в том числе коренных народов [Иконникова и др., 2015]. Рыболовство в регионе осуществляется как в Белом море, так и на внутренних пресноводных водоемах, которыми богат Карело-Кольский регион. Здесь также активно развивается товарное рыбоводство и аквакультура. Важной составляющей рыбного хозяйства являются рыбообработывающие предприятия. В результате рыночных преобразований в 1991 г. единый рыбохозяйственный комплекс в Беломорье распался по региональному признаку. В новых условиях отмечается слабая управляемость рыболовством прибалтийских субъектов федерации, которые практически не взаимодействуют друг с другом [Шерстков и др., 2009; Фомин, 2016]. Смена социально-экономической модели общественного устройства страны привела к негативным последствиям в рыбном хозяйстве. Промысловый флот лишился государственной финансовой поддержки, почти на 70 % сократилась численность персонала в рыбной отрасли. Вылов рыбы и выпуск товарной рыбной продукции к 2015 г. сократился более чем в 2,2 раза по сравнению с 1990 г. При ухудшении социально-экономической ситуации резко возросло несанкционированное рыболовство (браконьерство) и отмечается серьезное падение рыбных запасов в море. Кроме морского промысла регион располагает большим водным фондом внутренних водоемов и прибрежных акваторий, что позволяет с успехом заниматься рыбохозяйственной деятельностью, в том числе аквакультурой. В Республике Карелия, например, производится около 70 % форели, выращиваемой в России [Стерлигова и др., 2018]. Здесь по сравнению с другими субъектами РФ, входящими в Беломорье, имеется соответствующая инфраструктура: близость районов лова и фермерских хозяйств к транспортным магистралям, населенным пунктам. Но при этом садковое рыбоводство существенно влияет на эвтрофирование и загрязнение пресноводных водоемов, поэтому в скандинавских странах садковое рыбоводство в основном перенесено в море. В регионе также имеются хорошие условия для

разведения форели, мидий в Белом море. Таким образом, важно предусмотреть перспективы использования моря для садкового рыбоводства. Но для этого мало что делается практически. Как отмечалось в работе [Шерстков и др., 2009], и с тех пор почти ничего не изменилось, «промысловый потенциал Белого моря значительно выше существующего уровня, и более полное освоение рыбных запасов моря возможно при расширении географии и сроков судового тралового лова беломорской сельди, возобновлении весеннего специализированного промысла корюшки, организации ресурсных исследований и последующего возобновления промысла камбаловых, пинагора и прочих промысловых рыб». Проблемы рыболовства в регионе во многом связаны с различного рода административными барьерами и несовершенством рыбохозяйственного законодательства. Поэтому актуальной является проблема поиска путей повышения уровня жизни населения с развитием рыболовства и рыбоводства в Беломорье.

Для того чтобы всесторонне рассмотреть возможности повышения уровня жизни населения региона [Загородникова, 1998; Дружинин и др., 2018] с использованием рыболовства в условиях климатических изменений, рыночной экономики, антропогенных воздействий, загрязнения, эвтрофирования моря и др. факторов, влияющих на условия воспроизводства, численность рыб, а также условия проживания населения, с учетом размытости и нечеткости исходных данных, для описания такой сложной социо-эколого-экономической системы целесообразно применение когнитивного подхода [Акофф, Эмери, 1974; Паклин, 2003; Величковский, 2006]. Отметим, что опыт приложения когнитивных методов к задаче управления системой взаимодействия человеческого общества и водной экологической системы уже имеется [Меншуткин, Минина, 2017; Меншуткин и др., 2018].

Начиная с теории жизни рыб Ф. Баранова [см. Шибаев, 2015], оптимальное управление рыболовством трактовалось как нахождение таких режимов промысла, которые обеспечивали бы максимальный вылов при сохранении рыбных запасов. Но в настоящей работе целевая функция управления переключается с максимизации выловов на достижение максимально высокого уровня жизни населения [Курзев, Матвеев, 2018]. При этом сам критерий

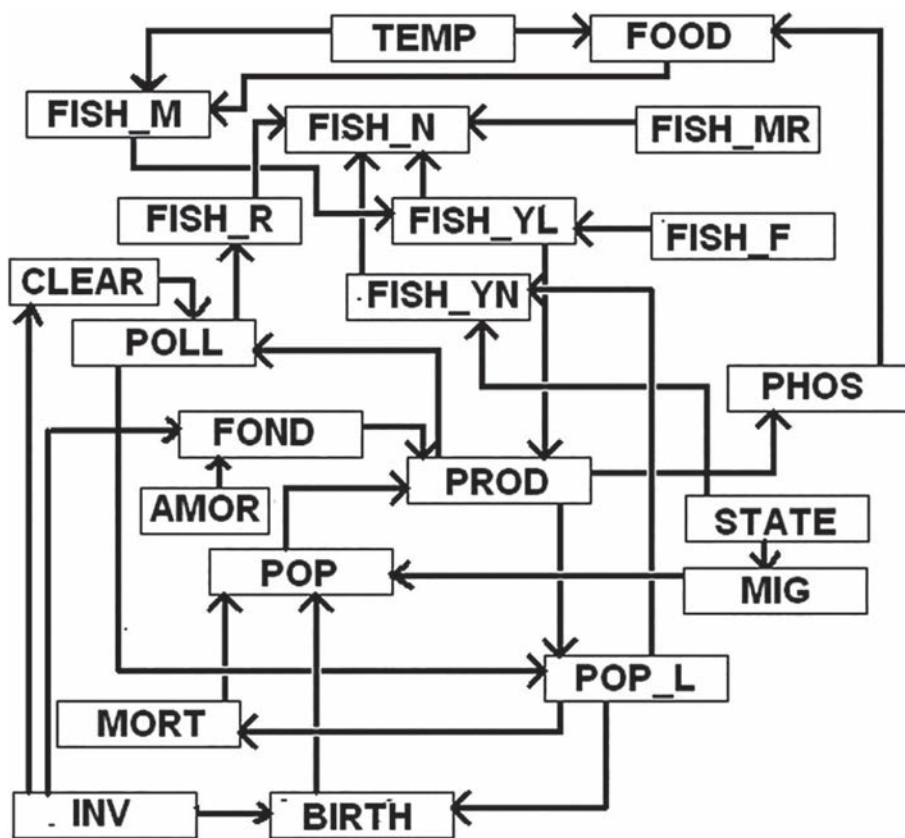


Рис. 1. Когнитивная карта модели повышения уровня жизни населения региона с использованием рыболовства:

TEMP – температура вод Белого моря; FOOD – кормовая база рыб; FISH_M – темпы роста рыб; PHOS – фосфорная нагрузка; FISH_N – численности рыб; FISH_R – пополнение рыбной популяции; FISH_MR – общая убыль (смертность), которая складывается из естественной смертности и промысловой убыли; FISH_YL – легальный вылов, определяется FISH_F – усилиями рыболовства; FISH_YN – нелегальный вылов; STATE – социо-экономическая ситуация; PROD – валовой региональный продукт; POP – численность населения; FOND – фондовооруженность отрасли: орудия лова, состояние рыбопромыслового флота и предприятий по переработке рыбы; AMOR – величина сокращения фондов за счет амортизации; INV – величина увеличения фондов за счет инвестиций; CLEAR – интенсивность и качество работы очистных сооружений; BIRTH – прирост численности населения; MORT – смертность населения; MIG – величина миграции; POLL – загрязнение окружающей среды; POP_L – уровень жизни населения

Fig. 1. Cognitive map of the model of improving the living standards of the region population using fisheries:

TEMP – temperature of the White Sea waters; FOOD – fish food supply; FISH_M – fish growth rates; PHOS – phosphorous load; FISH_N – fish number; FISH_R – fish population replenishment; FISH_MR – total decrease (mortality) as the sum of natural mortality and fishery; FISH_YL – legal yield determined by FISH_F – fishery; FISH_YN – illegal yield; STATE – socio-economic state; PROD – gross regional product; POP – population; FOND – capital-labor ratio of the industry: fishing equipment, state of fishing fleet and fish processors; AMOR – resources decrease due to amortization; INV – resources increase due to investments; CLEAR – intensity and quality of waste treatment facilities; BIRTH – population growth; MORT – people's mortality; MIG – migration; POLL – environmental pollution; POP_L – living standards of the population

оптимальности управления – уровень жизни населения – выражается более чем десятком различных параметров. Кроме валового продукта на душу населения это и уровень преступности, продолжительность жизни людей, состояние окружающей среды, коэффициент Джинни (показатель неравенства доходов) и др.

При таком критерии для создания когнитивной модели предложено использовать концептуальное моделирование [Лакофф, 1996] и математический аппарат непрерывной или размытой логики [Круглов и др., 2001]. Блок-схема, или когнитивная карта модели социо-эколого-экономической системы представлена на рис. 1.

Описание модели

В разработанной нами ранее когнитивной модели социо-эколого-экономической системы Беломорья [Меншуткин и др., 2018] было показано, что в качестве основного параметра, отражающего экономическую деятельность на водосборе, выступает валовой региональный продукт (ВРП), формирование которого зависит от ресурсов рабочей силы и производственных фондов, включая орудия лова, состояние рыбопромыслового флота и предприятий по переработке рыбы. В указанной выше работе представлена динамика населения Беломорья, состояние окружающей среды, изменений климата и другие параметры системы. Загрязнение является обратно пропорциональным интенсивности и качеству работы очистных сооружений. Известно, что объемы поступления биогенов (соединений азота и фосфора) пропорциональны ВРП.

На рис. 1 показано, что вершины этой блок-схемы (когнитивного графа) соответствуют концептам (переменным) модели, состояние которых с течением времени может изменяться в диапазоне от 0 до 1 с шагом 0,1. Дуги графа соответствуют информационным воздействиям одного концепта на другие. Поскольку модель нацелена на изучение качественных характеристик динамики сложной социо-эколого-экономической системы, то в качестве начального этапа при моделировании рассматривали не все сообщество рыб Белого моря, а ограничились наиболее важной с точки зрения промышленного вылова популяцией, прототипом которой служит популяция сельди или наваги – арктической рыбы. Кормовая база, уловы, темпы роста популяций этих рыб, влияние изменений климата, абиотических факторов хорошо изучены [Стасенков, 2012, 2017]. Уловы пелагических и донных рыб подвержены значительной временной изменчивости, которая связана с влиянием природных процессов и антропогенных факторов. Однако, как представлено в работах [Дроздов и др., 2012; Стасенков, 2017], корректно установить объемы уловов промысловых рыб Белого моря представляется затруднительным из-за недостатка продолжительных рядов статистически достоверных данных о них. Величины уловов основных промысловых рыб Белого моря демонстрируют статистическую связь с динамикой показателей атмосферной циркуляции, которые, в свою очередь, оказывают определяющее влияние на температурный режим региона [Дроздов и др., 2012]. При потеплении климата в регионе с запаздыванием от 2 до 4–5 лет от-

мечается увеличение уловов бореальных рыб, и прежде всего сельдевых. На воспроизводстве и уловах промысловых холодолюбивых арктических рыб, среди которых навага и мойва, потепление сказывается неблагоприятно. Из абиотических факторов наибольшее влияние имеет температура воды. Влияние температурного режима на рост рыб может осуществляться через варьирование кормовой базы или доступности корма, изменение продолжительности нагула [Стасенков, 2017]. Также под влиянием колебаний температурного режима изменяется скорость обмена веществ.

Промысловые биологические ресурсы Белого моря при определенных условиях способны не только обеспечить потребности местного населения, но и улучшить социально-экономические условия всех регионов Беломорья [Иконникова и др., 2015]. Последнее утверждение оценим по данным когнитивного моделирования.

Временной шаг модели принят равным одному году, и все содержание моделирующего алгоритма сводится, по существу, к определению состояния системы в год t по состоянию в предыдущем году ($t - 1$) с учетом изменения внешних воздействий на систему (как климатических, так и экономико-социальных).

Перейдем к описанию концептов модели и связей между ними (рис. 1). Температура поверхностных вод Белого моря в летнее время (TEMP) определяется тенденциями потепления климата, что существенно влияет как на кормовую базу рыб (FOOD), так и непосредственно на темп роста самой рыбы (FISH_M). Поскольку, как говорилось выше, концепты модели могут принимать значения от 0 до 1, для описания связей между концептами целесообразно применить математический аппарат размытой или нечеткой логики [Паклин, 2003]. Функции дизъюнкции (\vee), конъюнкции (\wedge) и отрицания (\neg) определяются как:

$$\begin{aligned}X \wedge Y &= X \times Y, \\X \vee Y &= X + Y - X \times Y, \\ \neg X &= 1 - X.\end{aligned}$$

Кормовая база рыб имеет тенденцию к увеличению при росте температуры воды и повышению первичной продукции моря, которая связана с фосфорной нагрузкой (PHOS).

При этом учитывается инерционность изменений трофической сети моря и поэтому берется прошлогоднее ($t - 1$) значение нагрузки [Стасенков, 2012].

Кормовая база рыб определялась следующим образом:

$$FOOD(t) = TEMP(t) \vee PHOS(t - 1).$$

При оценке средней массы особи рыбы учитывается не только положительное влияние температуры и корма, но и отрицательное влияние численности рыб – потребителей корма (FISH_N):

$$FISH_M(t) = (TEMP(t) \vee PHOS(t - 1)) \vee FISH_N(t - 1).$$

На численность рыб в текущем году оказывают положительное влияние их численность в предыдущем году и пополнение (FISH_R (t)), а отрицательное – общая убыль (смертность), которая складывается из естественной смертности (FISH_MR) и промысловой убыли. При этом промысловая смертность подразделяется на легальную и нелегальную (браконьерскую). Легальный вылов (FISH_YL) определяется усилиями рыболовства (FISH_F), которые учитываются официальной рыболовной статистикой. Нелегальный вылов (FISH_YN) обусловлен социо-экономической ситуацией (STATE), и его величина не включается в валовой региональный продукт (PROD) в отличие от улова легального. Величина концепта STATE (t) в зависимости от времени определяется коренными изменениями в экономическом укладе страны. При определении легального и нелегального вылова учитывается изменение средней массы особи к моменту улова (FISH_M (t)):

$$\begin{aligned} FISH_YL(t) &= FISH_N(t - 1) \vee FISH_F(t), \\ FISH_YN(t) &= FISH_N(t - 1) \vee STATE(t), \\ FISH_N(t) &= FISH_N(t - 1) \vee FISH_R(t), \\ FISH_N(t) &= FISH_N(t) \wedge FISH_YL(t) \wedge FISH_YN(t). \end{aligned}$$

Формирование регионального валового продукта согласно функции Кобба – Дугласа [http://www.economicportal.ru/ponyatiya-all/cobb-douglas_function.html] зависит от ресурсов рабочей силы и производственных фондов. Первый фактор предполагается в модели пропорциональным численности населения (POP), а второй включает в себя орудия лова, состояние рыбопромыслового флота и предприятий по переработке рыбы (FOND). Величина фондов сокращается за счет амортизации (AMOR), но может увеличиваться за счет инвестиций (INV). Таким образом:

$$\begin{aligned} FOND(t) &= FOND(t - 1) \wedge AMOR, \\ FOND(t) &= FOND(t) \vee INV(t). \end{aligned}$$

Амортизация предполагается в модели величиной, не зависящей от времени. Инвестиции являются управляющим фактором для всей системы:

$$PROD(t) = FOND(t - 1) \wedge POP(t - 1).$$

Загрязнение окружающей среды, и в частности акватории Белого моря и нерестилищ

рыбы, полагается прямо пропорциональным ВРП и обратно пропорциональным интенсивности и качеству работы очистных сооружений (CLEAR), поскольку чем больше очистка воды, тем меньше загрязнение вод:

$$POLL(t) = PROD(t) \wedge CLEAR(t).$$

Эффективность очистки является управляющим фактором, требующим дополнительных инвестиций. Упомянутая выше величина сброса соединений азота и фосфора (PHOS) также полагается пропорциональной валовому региональному продукту.

Численность населения (POP) возрастает за счет естественного прироста (BIRTH) и сокращается за счет естественной смертности (MORT) и миграции (MIG). Значимой величиной для всей системы является уровень жизни населения (POP_L), который служит целевой функцией в процессе оптимального управления всей моделируемой системой [Власов, Шапиро, 2005; Гузинаров и др., 2013]. В разрабатываемой модели предполагается, что уровень жизни населения определяется продукцией, приходящейся на душу населения, и низким уровнем загрязнения окружающей среды (POLL):

$$POP_L(t) = PROD(t) \wedge \neg POP(t) \wedge \neg POLL(t).$$

Отток населения из региона Беломорья (MIG) полагается пропорциональным ухудшению уровня жизни населения (POP_L). Прирост населения (BIRTH) может быть частично увеличен дополнительными инвестициями. Естественная смертность (MORT) полагается пропорциональной уровню загрязнения окружающей среды и уровню жизни населения.

Исследование модели

Исследование модели начнем с попытки воспроизведения в модели реальной ситуации.

На рисунках 2–5 представлены результаты расчетов динамики системы с учетом изменений социально-экономической ситуации (STATE).

На рис. 2 представлена ситуация, при которой происходит почти полное исчезновение к 2030 году наваги как объекта промысла, при условии, что социально-экономическая ситуация будет соответствовать началу 2000 года; это показывает, что модель не противоречит фактическим данным. Несмотря на попытки регулирования (ограничения) вылова рыб в определенные периоды года для восстановления рыбных запасов, оказывается, что основную роль в их подрыве играет нелегальный браконьерский промысел [Стасенков, 2017]. Ме-

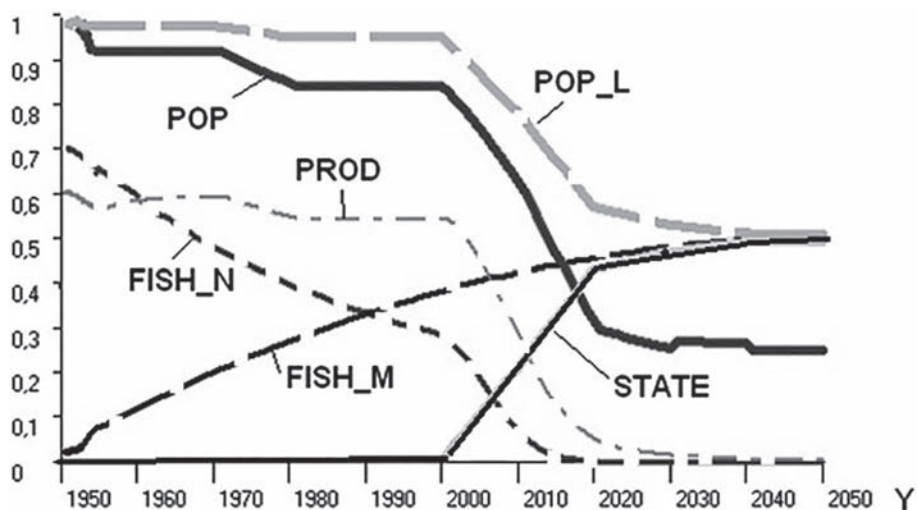


Рис. 2. Динамика системы с учетом изменений социально-экономической ситуации (STATE)

Fig. 2. System dynamics with regard to socio-economic changes (STATE)

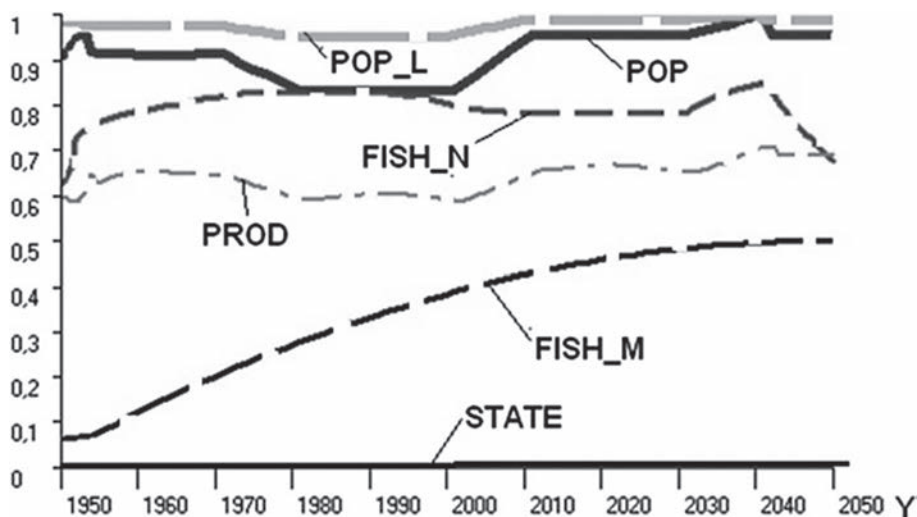


Рис. 3. Динамика системы при условии возможной (в рамках модели) неизменности социально-экономической ситуации (STATE)

Fig. 3. System dynamics in case of possible (within the framework of the model) invariability of the socio-economic state (STATE)

нее резко, чем популяции рыб, но вполне существенно снижается и численность населения, в основном за счет миграции из региона в условиях ухудшения социально-экономической ситуации. К 2040 году численность населения стабилизируется на более низком уровне по сравнению с 2000 г., причем уровень жизни существенно снижается по сравнению с исходным, в основном за счет сокращения валового регионального продукта, в котором исчезает вклад промышленного рыболовства. Для сравнения на рис. 3 представлена гипотетическая ситуация, при которой никаких социально-экономических изменений вообще не происходит

и все параметры (за исключением климатических) остаются на уровне 1970–1980 годов. Это подтверждает, что модель правильно воспроизводит известную фактическую ситуацию.

На рис. 4 представлена модель, в которой изменения социально-экономической ситуации происходят за 20 лет (1990–2010 гг.). В этом случае, в отличие от исходного варианта (рис. 2), изучаемая система демонстрирует способность к восстановлению исходного состояния. Наиболее резко изменению подверглась численность населения из-за массовой миграции, связанной с ухудшением условий жизни. Однако к 2030 году численность

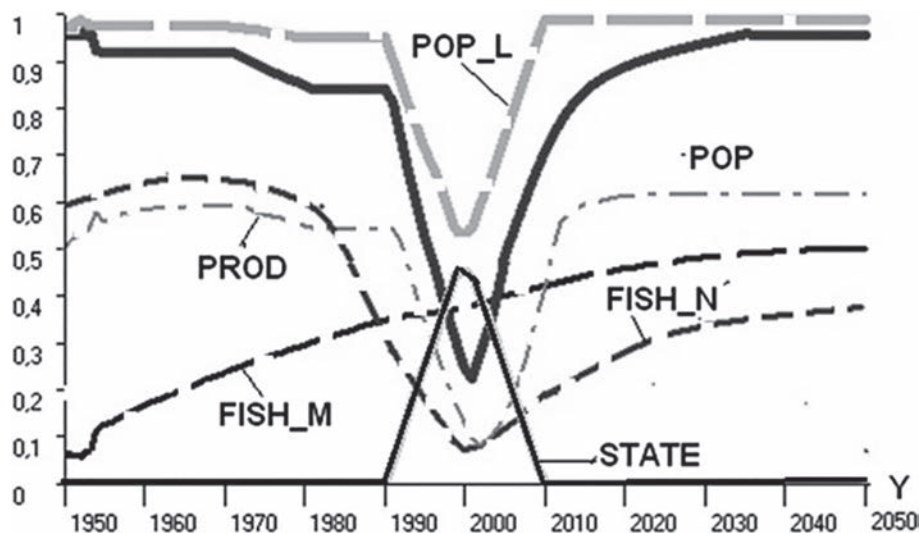


Рис. 4. Динамика системы при условии кратковременного изменения социально-экономической ситуации (STATE)

Fig. 4. System dynamics in case of short-term change of the socio-economic state (STATE)

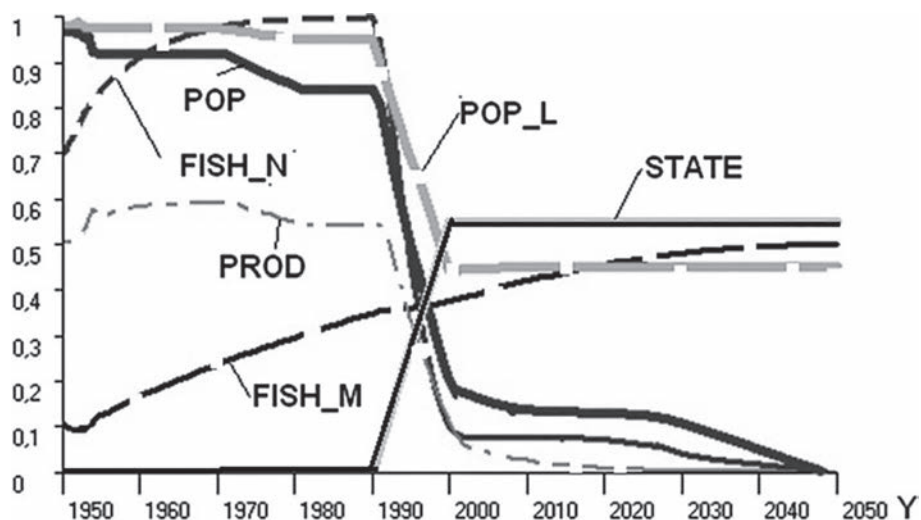


Рис. 5. Динамика системы при условии длительного изменения социально-экономической ситуации (за 10 лет от нуля до 0,55) (STATE) и резкого сокращения инвестиций (INV) после 1991 г.

Fig. 5. System dynamics in case of long-term change of the socio-economic state (during 10 years from 0 to 0,55) (STATE) and dramatic decrease of investments (INV) after 1991

населения при заданных в модели условиях может возвратиться к прежнему уровню. Аналогичные изменения претерпевает и численность популяции рыбы, однако популяция рыб оказалась несколько более инерционной, чем в данном случае человеческая популяция, поскольку для жизнедеятельности людей требуется больше условий.

Рассмотрим, наконец, вариант катастрофического развития событий (рис. 5). Для гипотетического почти полного уничтожения как рыб-

ной, так и человеческой популяции в регионе потребовалось не так уж много условий. Для этого надо было провести социально-экономические изменения в более сжатые сроки – менее 10 лет вместо 20 лет в варианте, представленном на рис. 2, и несколько повысить их интенсивность. Для условий рассматриваемого модельного эксперимента уровень жизни населения хотя и снижается, но до нуля не доходит даже при практически полном отсутствии населения.

Выводы

Выполненные расчеты на когнитивной модели эколого-социо-экономической системы Беломорья показали, что уровень жизни виртуального населения определялся в модели продукцией, приходящейся на душу населения, и минимальным (в понимании когнитивного подхода, т. е. близким к нулю) уровнем загрязнения окружающей среды. Отметим, что в когнитивной модели рассматриваются только тенденции нормированных значений, а не реальные величины. Таким образом:

– воспроизведение в модели реальной экологической и экономической ситуации [Меншуткин и др., 2018], которая сложилась к 2000 г. и не менялась в Беломорье до 2010 г., приводит к тому, что к 2030 г. навага как объект промысла практически исчезает;

– если воспроизвести ситуацию, при которой никаких социально-экономических изменений не происходит и все параметры, за исключением климатических, остаются на уровне 1970–1980-х годов, то при таких условиях система сохраняется в стабильном состоянии. Это подтверждает, что модель правильно воспроизводит известную фактическую ситуацию. Очевидно, для сохранения окружающей среды необходимо предусматривать дополнительные инвестиции в развитие систем очистки от загрязнения;

– в том случае, если изменения социально-экономической ситуации носят средний по времени характер, около 20 лет (1990–2010 гг.), изучаемая система демонстрирует способность к восстановлению исходного состояния и к 2030 году численность населения может возвратиться к прежнему, дореформенному (до 1991 г.) уровню. Аналогичные изменения претерпевает и численность популяции рыбы (наваги). При этом численность популяции рыб оказывается более инерционной, чем численность населения, которая зависит от существенно большего числа факторов;

– наконец, возможен «катастрофический» вариант с практически полным уничтожением как рыб (в данном случае наваги), так и человеческой популяции в регионе, в том случае, если бы социально-экономические преобразования (реформы) в регионе были проведены в более сжатые сроки, т. е. менее чем за 20 лет.

Отметим, что основной смысл настоящего исследования заключается вовсе не в предостерегающих или многообещающих прогнозах развития рыбного хозяйства в Белом море и демографических изменений в Беломорье, а в том, что с помощью когнитивного подхода

показана возможность рассмотреть сложную систему с учетом разных сценариев экономики, состояния окружающей среды моря и водосбора, изменений климата и других параметров.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН) и Института региональной экономики РАН (АААА-А19-119-021390164-1).

Авторы благодарят А. П. Георгиева за помощь при подготовке данных о вылове рыбы, использованных в моделях, а также признательны рецензентам работы за ценные замечания, которые помогли улучшить статью.

Литература

Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах / Пер. с англ. Под ред. И. А. Ушакова. М.: Сов. радио, 1974. 272 с.

Баранов Ф. И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. Отдела рыбоводства и научно-промысл. исслед. 1918. Т. 1, вып. 2. С. 84–128.

Величковский Б. М. Когнитивная наука. Основы психологии познания. В 2-х т. М.: Академия, 2006. 432 с.

Власов М. П., Шапиро П. Д. Моделирование экономических процессов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. 406 с.

Гузина М. Б., Ильясов Б. Г., Вакиева Е. Ш., Герасимова И. Б. Когнитивная модель формирования показателя уровня жизни // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 2(53). С. 216–226.

Дроздов В. В., Смирнов Н. П., Косенко А. В. Многолетняя динамика уловов промысловых рыб Белого моря в зависимости от климатических колебаний и состояния рыбопромысловой отрасли // Уч. зап. РГГМУ. 2012. № 27. С. 148–164.

Дружинин П. В., Филатов Н. Н., Морошкина М. В., Дерусова О. В., Поташева О. В. Моделирование и пространственный анализ эколого-экономического состояния водосбора Белого моря // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2018. Т. 24, № 1. С. 297–309.

Загородникова Т. А. Об уровне жизни населения // Вопросы статистики. 1998. № 6. С. 14–17.

Иконникова О. В., Зыкова Н. В., Гарина Я. Н. Проблемы развития рыбопереработки в промысловых районах Арктики // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2015. № 4(43). С. 15–18.

Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М.: Физматлит, 2001. 201 с.

Курзев В. А., Матвеев В. Д. Экономический рост. СПб.: Питер, 2018. 608 с.

Лакофф Дж. Когнитивное моделирование // Язык и интеллект / Под ред. М. А. Оборина. М.: Прогресс, 1996. С. 143–185.

Меншуткин В. В., Филатов Н. Н., Дружинин П. В. Состояние и прогнозирование социо-эколого-экономической системы водосбора Белого моря с использованием когнитивного моделирования // Арктика. Экология и экономика. 2018. № 2(30). С. 4–17. doi: 10.25283/2223-4594-2018-2-17

Меншуткин В. В., Минина Т. Р. Когнитивная модель взаимодействия человеческого общества с экологической системой водоема // Региональная экономика и развитие территорий: Сб. науч. статей ИПРЭ РАН. СПб., 2017. Т. 1(11). С. 160–166.

Меншуткин В. В. Исследование динамики популяций промысловых рыб и водных экосистем с помощью методов искусственного интеллекта. СПб.: Нестор-История, 2017. 120 с.

Паклин Н. Б. Нечетко-когнитивный подход к управлению динамическими системами // Искусственный интеллект. 2003. № 4. С. 342–348.

Стасенков В. А. Навага // Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование. СПб.: ЗИН РАН, 2012. С. 164–173.

Стасенков В. А. Многолетняя динамика биологических показателей наваги *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) Белого моря в связи с изменениями

температурного режима водоема // Вестник Мурман. гос. техн. ун-та. 2017. Т. 20, № 2. С. 370–380.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Кучко Я. А. и др. Состояние пресноводных водоемов Карелии с товарным выращиванием радужной форели в садках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. 27 с.

Фомин А. В. Есть ли будущее у рыбной отрасли // Состояние и перспективы развития рыбной промышленности Северного бассейна в меняющихся условиях: Сб. материалов V науч.-практ. конф. (Мурманск, 19 января 2016 г.). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. 229 с.

Шерстков А. С., Фролов С. Б., Шерстков В. С. Проблемы рыболовства в Белом море и пути их решения // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Материалы XXVIII Междунар. конф. 5–8 октября 2009 г. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 637–642.

Шибяев С. В. Формальная теория жизни рыб Ф. И. Баранова и ее значение в развитии рыбохозяйственной науки // Тр. ВНИИРО. 2015. Т. 157. С. 127–142.

Поступила в редакцию 13.08.2019

References

Ackoff R., Emeri F. О tselestremlynykh sistemakh [On purposeful systems]. Transl. from Eng. Ed. I. A. Ushakov. Moscow: Sov. radio, 1974. 272 p.

Baranov F. I. К вопросу о biologicheskikh osnovaniyakh rybnogo khozyaistva [On the question of the biological bases of fishery]. *Izv. Otd. rybovodstva i nauchno-promysl. issled.* [Proceed. Dep. Fishery Sci. Ind. Res.]. 1918. Vol. 1, iss. 2. P. 84–128.

Drozhdov V. V., Smirnov N. P., Kosenko A. V. Многолетняя динамика уловов промысловых рыб Белого моря в зависимости от климатических колебаний и состоянии рыбной промысловой отрасли [Long-term variability of stocks of the food fishes in the White Sea under the influence of climatic changes and fishery branch activity]. *Uch. zap. RGGMU* [Proceed. RSHU]. 2012. No. 27. P. 148–164.

Druzhinin P. V., Filatov N. N., Moroshkina M. V., Derusova O. V., Potasheva O. V. Modelirovanie i prostanstvennyi analiz ekologo-ekonomicheskogo sostoyaniya vodosbora Belogo morya [Modeling and spatial analysis of ecological-economic state of the White Sea catchment]. *InterKarto. InterGIS* [InterKarto. InterGIS]. 2018. Vol. 24, no. 1. P. 297–309.

Fomin A. V. Est' li budushchee u rybnoi otrasli [Does fishing industry have future?]. *Sostoyanie i perspektivy razv. rybnoi promyshlennosti Severnogo bass. v menyayushchikhsya usloviyakh*: Sb. mat. V nauch.-prakt. konf. (Murmansk, 19 yanvarya 2016 g.) [State and prospects of fishing industry development in the Northern basin under changing conditions: Proceed. V sci.-pract. conf. (Murmansk, Jan. 19, 2016)]. Murmansk: MGТУ, 2016. 229 p.

Guzinarov M. B., Il'yasov B. G., Vakieva E. Sh., Gerasimova I. B. Kognitivnaya model' formirovaniya pokazatelya urovnya zhizni [The cognitive model of living standards indicator formation]. *Vestnik UGATU*

[Proceed. Ufa St. Aviation Tech. Univ.]. 2013. Vol. 17, no. 2(53). P. 216–226.

Ikonnikova O. V., Zykova N. V., Garina Ya. N. Problemy razvitiya ryboprerabotki v promyslovyykh raionakh Arktiki [Problems of fish processing development in the Arctic fishing grounds]. *Sel'skoe, lesnoe i vodnoe khozyaistvo* [Agriculture, forestry, and water economy]. 2015. No. 4(43). P. 15–18.

Kruglov V. V., Dli M. I., Golunov R. Yu. Nechetkaya logika i iskusstvennyye neironnyye seti [Fuzzy logic and artificial neural networks]. Moscow: Fizmatlit, 2001. 201 p.

Kurzenev V. A., Matveenko V. D. Ekonomicheskii rost [Economic growth]. St. Petersburg: Piter, 2018. 608 p.

Lakoff G. Kognitivnoe modelirovanie [Cognitive models]. *Yazyk i intellekt* [Language and intellect]. Ed. M. A. Oborin. Moscow: Progress, 1996. P. 143–185.

Menshutkin V. V., Filatov N. N., Druzhinin P. V. Sostoyanie i prognozirovanie sotsio-ekologo-ekonomicheskoi sistemy vodosbora Belogo morya s ispol'zovaniem kognitivnogo modelirovaniya [The current state and forecasting of the socio-ecological-economic system of the White Sea watershed with use of cognitive simulation]. *Arktika. Ecol. i ekonomika* [Arctic: Ecol. and Economy]. 2018. No. 2(30). P. 4–17. doi: 10.25283/2223-4594-2018-2-17

Menshutkin V. V., Minina T. R. Kognitivnaya model' vzaimodeistviya chelovecheskogo obshchestva s ekologicheskoi sistemoi vodoema [The cognitive model of the interaction between society and ecological system of a water body]. *Regional'naya ekonomika i razvitie territorii*: Sb. nauch. statei IPRE RAN [Regional economics and area development: Proceed. IREP RAS]. St. Petersburg, 2017. Vol. 1(11). P. 160–166.

Menshutkin V. V. Issledovanie dinamiki populyatsii promyslovyykh ryb i vodnykh ekosistem s pomoshch'yu

методов искусственного интеллекта [Study of commercial fish population and water ecosystems dynamics with the use of artificial intelligence methods]. St. Petersburg: Nestor-Istoriya, 2017. 120 p.

Paklin N. B. Nechetko-kognitivnyi podkhod k upravleniyu dinamicheskimi sistemami [Fuzzy cognitive approach to dynamic systems management]. *Iskusstvennyi intellect* [Artificial Intelligence]. 2003. No. 4. P. 342–348.

Sherstkov A. S., Frolov S. B., Sherstkov V. S. Problemy rybolovstva v Belom more i puti ikh resheniya [Problems of fishery in the White Sea and ways of their solution]. *Biol. resursy Belogo morya i vnutr. vodoemov Evropeiskogo Severa: Mat. XXVIII Mezhdunar. konf. (5–8 oktyabrya 2009 g.)* [Biol. resources of the White Sea and inland waters of the European North: Proceed. XXVIII int. conf. (Oct. 5–8, 2009)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2009. P. 637–642.

Shibaev S. V. Formal'naya teoriya zhizni ryb F. I. Baranova i ee znachenie v razvitii rybokhozyaistvennoi nauki [The formal theory of fish life developed by F. I. Baranov and its role in the fishery research]. *Tr. VNIRO* [Proceed. Russ. Fed. Research Inst. of Fisheries and Oceanography]. 2015. Vol. 157. P. 127–142.

Stasenkov V. A. Navaga [The navaga]. *Biol. resursy Belogo morya: izuchenie i ispol'zovanie* [Biol. resources of the White Sea: study and use]. St. Petersburg: ZIN RAN, 2012. P. 164–173.

Stasenkov V. A. Mnogoletnyaya dinamika biologicheskikh pokazatelei navagi *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) Belogo morya v svyazi s izmeneniyami temperaturnogo rezhima vodoema [Long-term dynamics of biological indicators of the navaga *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) of the White Sea in relation to changes of the reservoir temperature regime]. *Vestnik Murm. gos. tekhn. un-ta* [Vestnik of MSTU]. 2017. Vol. 20, no. 2. P. 370–380.

Sterligova O. P., Il'mast N. V., Kuchko Ya. A. et al. Sostoyanie presnovodnykh vodoemov Karelii s tovarnym vyrashchivaniem raduzhnoi foreli v sadkakh [The current state of commercial growth of rainbow trout in fishponds in freshwater water bodies of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2018. 27 p.

Velichkovskii B. M. Kognitivnaya nauka. Osnovy psikhologii poznaniya. V 2-kh t. [Cognitive science. Fundamentals of cognitive psychology. In 2 vol.]. Moscow: Akademiya, 2006. 432 p.

Vlasov M. P., Shapiro P. D. Modelirovanie ekonomicheskikh protsessov [Simulation of economic processes]. Rostov-on-Don: Feniks, 2005. 406 p.

Zagorodnikova T. A. Ob urovne zhizni naseleniya [On living standards]. *Voprosy statistiki* [Bull. Statistics]. 1998. No. 6. P. 14–17.

Received August 13, 2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Меншуткин Владимир Васильевич

главный научный сотрудник, д. б. н., проф.
Институт проблем региональной экономики РАН
ул. Серпуховская, 38, Санкт-Петербург, Россия, 190013
эл. почта: menshutkina.n@gmail.com

Филатов Николай Николаевич

директор ИВПС КарНЦ РАН, чл.-корр. РАН,
д. г. н., проф.
Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН,
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр РАН»
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185030
эл. почта: nfilatov@rambler.ru

CONTRIBUTORS:

Menshutkin, Vladimir

Regional Economics Institute, Russian Academy of Sciences
38 Serpukhovskaya St., 190013 St. Petersburg, Russia
e-mail: menshutkina.n@gmail.com

Filatov, Nikolai

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
50 Al. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: nfilatov@rambler.ru