



Методы биоэкономического моделирования в промышленном рыболовстве

Научная статья
УДК 331.102.1

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-13-19

Колмаков Алексей Николаевич – доктор экономических наук, профессор, директор Центра экономических исследований ВНИРО
E-mail: kolmakov@vniro.ru

Титова Галина Дмитриевна – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра экономических исследований ВНИРО
E-mail: gdtitova1939@yandex.ru

Адрес: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. В статье обсуждаются принципы использования приемов моделирования в промышленном рыболовстве при проведении биоэкономического анализа. Предложена структура составляющих компонентов этого анализа. Перечислены причины возникновения ошибочных решений в системе управления рыбными промыслами, приводящие к перелову и истощению запасов водных биоресурсов.

Ключевые слова: промышленное рыболовство, биоэкономический анализ, моделирование

Для цитирования: Колмаков А.Н., Титова Г.Д. Методы биоэкономического моделирования в промышленном рыболовстве // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 13-19.
DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-13-19

METHODS OF BIOECONOMICAL MODELING IN INDUSTRIAL FISHERIES

Aleksey N. Kolmakov – Doctor of Economics, Professor, Director of the VNIRO Center for Economic Research

Galina D. Titova – Doctor of Economics, Professor, Chief Scientific Officer of the VNIRO Center for Economic Research employee

Address: All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. The article discusses the principles of using modeling techniques in industrial fisheries when conducting bioeconomical analysis. The structure of the constituent components of this analysis is proposed. The reasons for the occurrence of erroneous decisions in the fisheries management system leading to overfishing and depletion of stocks of aquatic biological resources are listed.

Keywords: industrial fishing, bioeconomical analysis, modeling

For citation: Kolmakov A.N., Titova G.D. Methods of bioeconomical modeling in industrial fisheries. 2024. № 2. Pp. 13-19. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-13-19

*Таблица составлена автором / The table is compiled by the author
Рисунки – авторские / The drawings were made by the author*

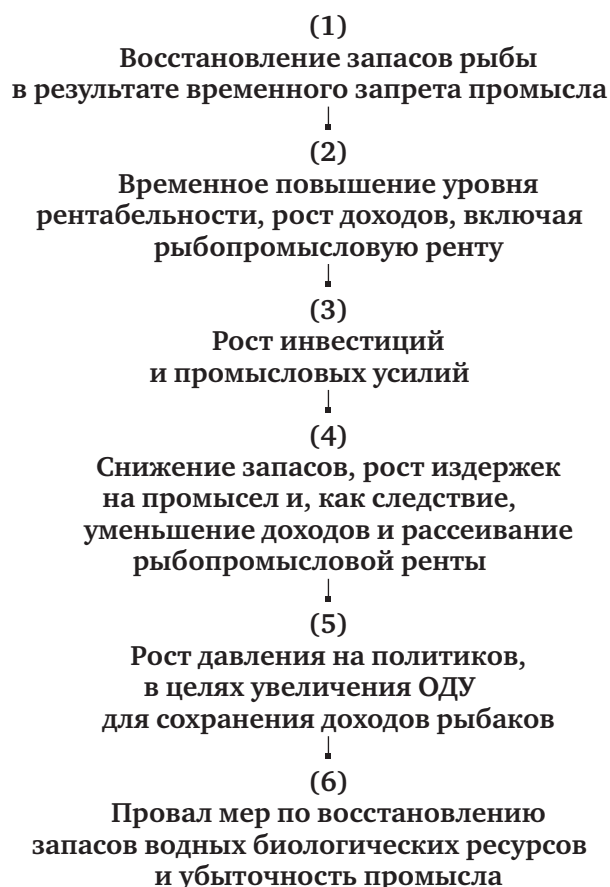
СОСТАВЛЯЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ БИОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Составляющие компоненты биоэкономического анализа, привлекаемые для ретроспективного анализа системы рыболовства, ранее были изложены в работах [1; 2], представлены в следующей ниже таблице. Из неё видно, что биоэкономический анализ достаточно трудоемок для проведения в практике управления рыболовством.

Для оценки устойчивости системы рыболовства в целом требуется установление взаимосвязи и взаимовлияния, указанных в представленной выше таблице, компонентов в динамике. Можно, к примеру, проиллюстрировать, какие ошибки обычно возникают при анализе и прогнозе динамики капитала, в случаях игнорирования принципа предосторожности и необходимости интегрированных подходов к управленческим решениям.

Главной причиной перелома и истощения запасов водных биоресурсов является перекапитализация флота и избыточных промысловых мощностей. Для борьбы с ними принимается логическое решение по введению запрета на промысел в тех районах, где запасы биоресурсов катастрофически уменьшились. Казалось бы, что одновременно с запретом промысла следовало бы принять меры к выводу излишних промысловых мощностей из зоны перелома и ограничению ввода судов после снятия запрета. Однако, если введение запрета оказывается успешным, за этим на практике,

как правило, принимается ряд неправильных решений, последовательность и результаты которых показаны на следующей ниже схеме.





Причина происходящего кроется в том, что политики, как и рыбаки, в своих действиях руководствуются сиюминутными соображениями и не желают отягощать себя ношей ответственности перед будущими поколениями. К примеру, подобная схема принятия решений была реализована на тресковом промысле в Северной Атлантике, где запасы трески резко сократились в начале 1970 годов, после очень высоких уловов в течение целого ряда лет. Рост уловов сопровождался совершенствованием технологии промысла и беспрецедентным ростом промысловых усилий. После принятия ограничительных мер на промысел произошло восстановление запасов. Однако в 1980-ых повторилась цепь описанных событий, и вновь запасы трески были подорваны [3].

Политиков к принятию подобных ошибочных решений подталкивает то обстоятельство, что выведение из оборота излишних судов подразумевает обратимость инвестиций, т.е. возможность продажи промысловых судов, в результате которой их владельцы должны получить приемлемую цену, а рыбаки – покинуть промысел. Однако выполнить это требование трудно, ибо промысловый флот специализирован и имеет мало возможностей для альтернативного использования. Иными словами, в данном случае инвестиции плохо обратимы. К тому же возникают проблемы с трудоустройством лишних рыбаков, что не всегда просто сделать, т.к. необходимо выплачивать пособия по безработице. Поэтому, хотя ряд государств (Канада, Норвегия) предпринимают меры по

выкупу у рыбаков лишних мощностей и квот на право промысла, чаще всего политики и управленцы идут по наиболее легкому пути: закрывают глаза на перелом и, описанная выше, картина повторяется.

Вместе с тем, как отмечают исследователи из разных стран, несмотря на рост ресурсных ограничений, во многих бассейнах мирового рыболовства процесс согласования ОДУ, вместо природоохранной цели, все больше приобретает политическую и экономическую подоплеку при игнорировании рекомендаций ученых по противодействию росту экологических угроз и необходимости соблюдения требований предосторожности [4].

При биоэкономических оценках к анализу приходится привлекать значительные базы данных, содержащих разноплановые и разнокачественные показатели, методы анализа которых также относятся к разным областям знаний. В ситуациях, сопряженных с большим числом переменных и необходимостью выбора альтернативы, наиболее удобным средством для принятия управленческих решений являются приемы моделирования и математического программирования. Они позволяют сделать оптимальный выбор при наличии множества аналитических параметров и ограничений.

Как отмечают академик РАН К.Я. Кондратьев и профессор В.Ф. Крапивин, «когда коммерческое отношение к биосфере стало определяющей стратегией человечества и когда стал виден экологический тупик, информационный ресурс поднялся на шкале значимости до близ-

ких к предельным значениям» [5]. Поэтому, утверждают ученые, анализ разнокачественных данных возможен только при использовании математических моделей различного типа (балансовых, оптимизационных, эволюционных, статистических и т. д.).

«Большинство из них – считают они, – ориентировано на теоретическое осмысление живых систем высокого уровня с использованием имеющихся знаний, и лишь малая часть нацелена на первые шаги к объективной оценке современной глобальной экологической ситуации» [5].

Моделирование уже нашло применение и при биоэкономическом анализе рыболовства. Возможный диапазон его использования обстоятельно проанализирован А. Родригесом [6], который показал, что модели позволяют представить реальный мир в форме, которая легко воспринимается. Они могут быть достаточно простыми, выражены устно, т.е. словами, с использованием иллюстраций, схем и графиков, физических или масштабных моделей. Модели помогают лучше понять поведение рыбаков и составить прогноз реагирования рыбаков на те или иные правила рыболовства. К примеру, реакция на ограничение числа промысловых судов обычно выражается в виде роста вложений в каждое индивидуальное судно, тогда как попытки ограничения длины судов ведут к росту мощностей, за счет изменения их параметров (типа ширины или мощности двигателя).

В более сложных ситуациях, когда целью биоэкономического анализа становится выбор альтернативных политик на перспективу, нео-

ценимую помощь могут оказать математическое моделирование и методы линейного программирования. Но в любом случае основное назначение моделирования – избежать реализации на практике масштабных и плохо выверенных проектов и политик. Переход к сложным моделям, как правило, должен начинаться с устного обсуждения целей и ожидаемых результатов моделирования и отображения их на графиках.

ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научные основы рыболовства базируются на результатах множества исследований по динамике уловов, капитала, инвестиций, доходов, связанных с состоянием естественной базы (биомассой) и промысловыми усилиями, т.е. по биоэкономической динамике. Они иногда принципиально различаются по подходам и методам анализа. Однако, как правило, при конструировании биоэкономических систем в рыболовстве прибегают к графикам, предложенным полвека назад К. Гордоном и М. Шефером (США), которые, с помощью графического моделирования, смогли объединить биологические (динамика численности популяции) и экономические факторы. В теории эти графики носят название авторов и отражают проблему неистощительной эксплуатации биоресурсов, в основе которой лежит идея обеспечения устойчивого улова (sustainable yield). Можно сказать, что именно с графиков Гордона-Шефера и началось биоэкономическое моделирование [7; 8].

Таблица. Примерная структура составляющих компонентов биоэкономического анализа рыболовства / **Table.** The approximate structure of the components of the economic analysis of fisheries

Динамика анализа	Составляющие компоненты анализа
В масштабе времени	От ежедневной к еженедельной; от ежемесячной к сезонной; ежегодная; межгодовая; десятилетие и т. д.
Естественной системы	Численность популяций; система одновидового рыболовства; система многовидового рыболовства; морские экосистемы; биофизика окружающей среды
Социально-экономической системы	Уловы; промысловые усилия; труд; капитал и инвестиции; флот, его структура и перемещение внутри сезона промысла; рыночные цены; издержки; доходы; технологии промысла; социальное благополучие рыбацкого сообщества; рыбохозяйственная инфраструктура; внешние к рыболовству социально-экономические факторы
Системы управления	Стратегическая и тактическая политики; законодательство; правила рыболовства и другие регулирующие нормы; организационно-управленческие, рыбоохранные, контролируемые и научно-исследовательские системы
Информационной системы	Учет и отчетность; базы данных; информационно-аналитические технологии
Системы устойчивого рыболовства	Методы интегрированных биоэкономических оценок и оптимизационного моделирования; индикаторы устойчивого рыболовства

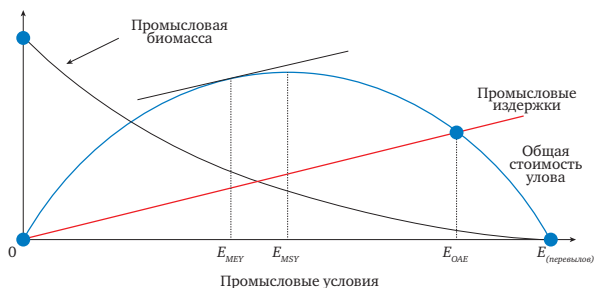


Рисунок 1. Функциональная зависимость уровней промысловых усилий и стратегических целей оптимизационного моделирования на графике Гордона-Шефера

Условные обозначения целей биоэкономической оптимизации:

E_{OAE} – максимизация занятости рыбаков (при условии: «цена» производства = рыночной стоимости улова); E_{MSY} – максимизация ежегодного уровня уловов (обеспечение населения морепродуктами на оптимальном уровне); E_{MEY} – максимизация экономических доходов, включая ренту.

Примечание: $0 < E_{MEY} < E_{MSY} < E_{OAE} < E$ (перелов)

Figure 1. Functional dependence of fishing effort levels and strategic goals of optimization modeling on the Gordon-Schaefer graph

Строго говоря, первоначальным предназначением этих графиков было стремление доказать неизбежность перелома в условиях открытого доступа к биоресурсам Мирового океана. Но время показало: мало что изменилось и после передачи 200-мильных зон под национальную юрисдикцию, за которой последовало введение прибрежными государствами разного рода ограничений на промысел, оказавшимися слабым препятствием на пути искателей сиюминутных доходов. Поэтому, ставшие классическими, графики Гордона-Шефера продолжают применяться для характеристики экономических и иных причин перелома и при режиме регламентированного доступа.

Для иллюстрации возможности применения этих графиков при биоэкономическом анализе можно использовать наиболее распространенный график, отражающий факт, что промысел с постоянным ежегодным уровнем промысловых усилий, повторяющихся в бесконечности, обеспечивает некоторый устойчивый улов (рис. 1). График крайне упрощен. Он учитывает только один объект промысла и, связанные с ним, промысловые усилия, не принимает во внимание погрешности и статическое равновесие. Однако он весьма полезен для демонстрации сути графического моделирования. Для простоты принимаются и другие допущения, в частности, что доход, полученный

рыбаками, равен рыночной стоимости улова, а затраты на промысел пропорциональны суммарным промысловым усилиям (больше усилий – больше улов – больше издержек).

Общий доход от рыболовства находится внутри U-образной кривой, он выражается промысловой биомассой или количеством выловленной рыбы в стоимостном выражении. Прямая линия показывает затраты на промысел, а постепенно снижающаяся кривая промысловой биомассы – уровень ее устойчивости при уровне промысловых усилий, заданных в зависимости от преследуемых целей.

Среди прочих допущений принимается, что любая комбинация усилий и улова, находящаяся внутри U-образной кривой, устойчива биологически. Количество биомассы в точке E характеризует полное истощение запаса вылавливаемого вида, после чего начинается его вымирание.

Набор принятых допущений предполагает, что задача получения устойчивых уловов совместима с выбором альтернативных стратегий промысла, обеспечивающих выполнение заданных целей.

Поскольку на графике представлены не только динамика биомассы и промысловых усилий, но также улов в рыночных ценах и полные совокупные издержки на промысел («цена» производства), то можно сказать, что он отражает функциональную зависимость промысловых

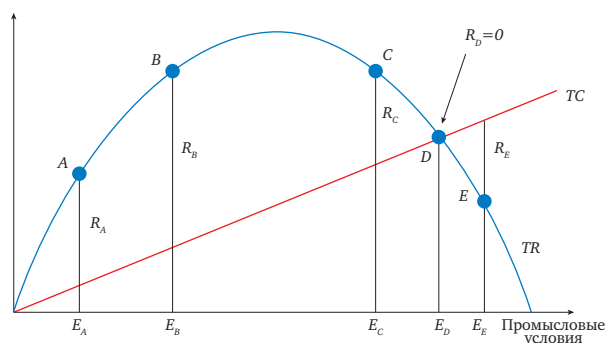


Рисунок 2. Биоэкономический график, характеризующий поведение системы рыболовства при росте промысловых усилий. Условные обозначения целей биоэкономической оптимизации: TR – кривая улова в рыночных ценах; TC – линия промысловых издержек («цена» промысла); R_A, R_B, R_C, R_D, R_E – уровень рыбопромысловой ренты.

Figure 2. Bioeconomic graph characterizing the behavior of the fishing system with an increase in fishing efforts

усилий с максимизацией ежегодного уровня уловов (выполнение продовольственной программы) MSY , максимизацией занятости рыбаков OAE и максимизацией экономических доходов, включая ренту, MEY .

Максимизация тех или иных параметров промысла зависит от заданных целей математического программирования. Следует отметить, что в более сложных биосоциальноэкономических моделях может ставиться цель получения, так называемого, социального устойчивого улова (OSY), что предусматривает максимизацию сочетания разных социально-экономических ценностей, включающих занятость, ренту и т.д.

Рассматриваемый график отражает уровни промысловых усилий, соответствующие четырем целям оптимизации, включая нулевое усилие – запрет на промысел. При этом видно, что уровень биомассы снижается вместе с ростом уровня усилий и разных целей оптимизации $0 < E_{MEY} < E_{MSY} < E_{OAE} < E$ (вымирание). К примеру, цель максимизации доходов от рыболовства характеризует промысел в точке E , где можно максимизировать также и рентные платежи. Но если в экономике существует очень высокий уровень безработицы и рыбакам невозможно найти место для работы вне рыболовства, т.е. существует нулевая «цена шанса» для труда, то в этом случае предпочтителен промысел с более высоким уровнем промысловых нагрузок, т.е. он перемещается в точку E_{OAE} .

На следующем графике (рис. 2) усилена финансовая линия. Этот график лучше отражает как экономические, так и биологические аспекты рыболовства, поэтому имеет гораздо больше оснований называться биоэкономическим графиком, по сравнению с предыдущим. При построении графика принимаются постоянными: цена реализации единицы улова p и общий устойчивый доход TR , полученный от реализации выловленного за год улова Y (т.е. доход $TR = pY$). Этот доход отражает пространство, ограниченное кривой TR . Затраты владельцев судна включают не только фактические издержки (типа топлива и оплаты труда), но также и полные (совокупные) издержки промысла, т.е. – амортизацию и среднеотраслевую норму прибыли, что необходимо знать при направлении инвестиций на промысел.

В целях экономизации промысловых усилий вводится понятие себестоимости единицы промысловых усилий «с». К примеру, она может быть равна себестоимости единицы улова для среднего судна за день промысла. Тогда при уровне усилия, равном E , полные издержки на промысел $TC = cE$. То есть и TR , и TC – это функции промыслового усилия E . При росте промысловых усилий полные издержки TC

увеличиваются линейно, а кривая TR соответствует кривой доходности, которая вначале возрастает, а затем падает. Фактически, можно записать, что $TR = pY(E)$.

Ключевой элемент этого графика – разность между TR и TC . Она отражает поведение рыбаков. До тех пор, пока TC еще включает нормальную прибыль, рыбаки согласны вести промысел, даже если $TR = TC$, т.е. нет рентного дохода. В этой ситуации их заработанный доход (TR) обеспечивается нормальной прибылью (включенной в TC , иными словами – в «цену» производства). Принимается также, что инвестиции в рыболовство обеспечивают прибыль и уровень заработной платы, сходный с другими видами деятельности. С другой стороны, если $TR > TC$, то доход выше нормальной прибыли.

Разность между рыночной стоимостью улова TR и «ценой» производства TC (т.е. $TR - TC$) называется в экономической теории рыбопромысловой рентой, которая должна поступать собственнику биоресурсов (т.е. обществу), тогда как заработная плата и дивиденды на вложенный капитал представляют собой доходы частного бизнеса (следует отметить, что некоторые западные исследователи [9] вообще все виды дохода от промысла сводят к рыбопромысловой ренте, включая в него и нормальную прибыль на вложенный капитал, и сверхприбыль (квазиренту) от использования ноу-хау. Скорее всего, это объясняется сложностью выявления разного рода доходов, вследствие несовершенства учета и отчетности на промыслах. Принимая во внимание это обстоятельство, в данном случае в зону ренты отнесена вся сверхприбыль, т.е. истинная рента.

Максимальный уровень ренты (она выражается полужирными линиями) обеспечивается в точке A , где на промысле занято немного рыбаков и судов и существует биологическое равновесие. В этой точке наибольший доход обеспечивается при наименьших издержках, а рента имеет положительное значение ($TR - TC > 0$). Если рента не изъята государством, то остается сверхнормальной прибыль у рыбаков, а промысел выглядит привлекательнее других видов экономической деятельности. Это стимулирует вложения и притягивает новых участников промысла, т.е. в погоне за рентой начинают расти промысловые нагрузки, образно говоря, происходит то, что ассоциируется с «золотой лихорадкой» на Аляске.

Задавшись целью дать экономическую оценку роста промысловых усилий, можно рассмотреть их динамику в других точках на кривой TR . Так, в точке B рента даже больше, чем в точке A , что привлекает на промысел все новых рыбаков, и уровень промысловых усилий вновь возрастает. Однако и в точке B биологическое равновесие

еще не является биоэкономическим равновесием. Промысел продвигается к точке *C*. В этой позиции полные издержки *ТС* выше, но общий доход *TR* такой же, как и в точке *B*. Таким образом, рентабельный доход *RC* теперь меньше, т.е. происходит то, что называется рассеиванием ренты. Но, тем не менее, рента положительна. Поэтому общество еще может получать доход в виде ренты, а рыбаки – сверхприбыль в виде квазиренты. Рыболовство пока еще конкурентоспособно для привлечения инвестиций, в сравнении с другими отраслями, а промысловые усилия продолжают расширяться вправо, постепенно достигая точки *D* (точка *D* характеризует так называемое биоэкономическое равновесие, вправо от которого рента не образуется или отрицательна), а затем – и предельной точки *E*.

В точке *E* их уровень возрастает настолько, что промысел становится убыточным, т.е. $TR < TC$. Вправо от нее рыбаки уже не могут рассчитывать даже на получение нормальной прибыли, и новые суда больше не появляются на промысле. Более того, кое-кто из рыбаков начинает покидать промысел, т.к. другая экономическая деятельность становится предпочтительней. Однако это происходит там, где системный кризис не поразил экономику. В России межотраслевые миграции рабочей силы осложнены, поэтому начинает нарастать уровень браконьерства. В подобных условиях о занятости рыбаков должно позаботиться государство.

ВЫВОДЫ

Анализ, выполненный в статье, показал, что даже простые графические построения позволяют понять, что при регулировании промысловых усилий могут оптимизироваться те или иные цели рыболовства. Например, ограничивая промысловые усилия разрешениями на вход или вводя иные природоохранные меры, включая квоты на вылов водных биоресурсов, можно сохранить промысел в точке *C*, где, по теории, образуется и рента, и нормальная прибыль. Если же желательна более высокая занятость рыбаков, то могут использоваться субсидии, чтобы сохранить рыболовство в точке *E*. Однако всегда следует помнить, что на практике поддержка рыболовства субсидиями в развитых странах в этой точке (или вблизи нее) не имела природоохранного успеха.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: А.Н. Колмаков – идея статьи, корректировка текста; Г.Д. Титова – подготовка статьи.

The authors advertise the rejection of the conflict of interests.

The tab in the authors' work: A.N. Kolmakov – idea Status, texture correction; G.D. Titova – preparation status.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бетин О.И., Титова Г.Д., Васильев Д.А., Ефимов Ю.Н. Роль и задачи биоэкономики в создании научных основ устойчивого развития промышленного рыболовства // Рыбное хозяйство. 2022. № 5. С. 20-25. DOI 10.37663/0131-6184-2022-5-47-52
2. Титова Г.Д. Биоэкономические проблемы рыболовства в зонах национальной юрисдикции. – СПб.: ВВМ. 2007. 368 p.
3. Charles A.T. Sustainable Fishery Systems. 2013. 370 p.
4. UNEP. Challenges to International Waters // In: Regional Assessments in Global Perspective. United Nation Environment Programme. – Nairobi, Kenya. 2006 / From: <http://www.giwa.Net/> 125 p.
5. Крапивин В.Ф., Кондратьев К.Я. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика. – СПб. 2002. 724 с.
6. Rodrigues, A.G. (ed.). Operations Research and Management in Fishing. – Kluwer, Dordrecht. 1990. 340 p.
7. Gordon H.S. The economic theory of a common resource: the fishery // Journal of Political Economy, 62. 1954. Pp. 124-142
8. Schaefer M.B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 1. 1954. Pp. 27-56.
9. Iudicello S., Weber M. and Wieland R. Fish, Markets, and Fishermen. The Economics of Overfishing. – London: EARTHSCAN. 1999. 205 p.

REFERENCES AND SOURCES

1. Betin O.I., Titova G.D., Vasiliev D.A., Efimov Yu.N. (2022). The role and objectives of bioeconomics in the creation of scientific foundations for the sustainable development of industrial fisheries // Fisheries. No. 5. Pp. 20-25. DOI 10.37663/0131-6184-2022-5-47-52. (In Rus., abstract in Eng.)
2. Titova G.D. (2007). Bioeconomical problems of fishing in areas of national jurisdiction. St. Petersburg: WWM. 368 p. (In Russ.)
3. Charles A.T. (2013). Sustainable Fishery Systems. 370 p.
4. UNEP. Challenges to International Waters // In: Regional Assessments in Global Perspective. United Nation Environment Programme. – Nairobi, Kenya. 2006 / From: <http://www.giwa.Net/> 125 p.
5. Krapivin V.F., Kondratiev K.Ya. (2002). Global environmental changes: ecoinformatics. St. Petersburg. 724 p. (In Russ.)
6. Rodrigues A.G. (1990). (ed.). Operations Research and Management in Fishing. – Kluwer, Dordrecht. 340 p.
7. Gordon H.S. (1954). The economic theory of a common resource: the fishery // Journal of Political Economy, 62. Pp. 124-142.
8. Schaefer M.B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 1. Pp. 27-56.
9. Iudicello S., Weber M. and Wieland R. (1999). Fish, Markets, and Fishermen. The Economics of Overfishing. – London: EARTHSCAN. 205 p.

Материал поступил в редакцию / Received 18.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 25.02.2024