

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ПРОМЫСЕЛ» НА ОСНОВЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДУАЛИЗМА

С. В. Лисиенко

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Российская Федерация*

Существенной особенностью системного моделирования промысловых систем высшего уровня, таких как система «Промысел», является использование принципа их внутренней самоорганизации с учетом влияния внешних факторов – ограничений. Внутренняя структура системы «Промысел» сформирована совокупностями биологического, технического и технологического компонентов. Объекты и совокупности технического и технологического компонентов взаимозависимы, имеют технико-технологическую природу и объединены в единый технологический компонент. В этом смысле система «Промысел» имеет двуединую природную структуру – биотехнологический дуализм, который определяется двумя одновременно присутствующими и функционирующими в системе названными компонентами. Кроме того, на процесс рыболовства оказывает большое воздействие совокупность определенных ограничений и неуправляемых факторов. Своим одновременным действием они придают производственному процессу добычи стохастичность и неопределенность. Моделирование системы «Промысел» осуществлялось с использованием метода декомпозиции с рассмотрением модели состава системы по признакам (компонентам) дуальности – биологическому и технологическому компонентам, являющимся ее взаимосвязанными подсистемами, с выбором соответствующей стратегии декомпозиции – декомпозиции по подсистемам (структурной декомпозиции) с одновременным встраиванием ограничительно-вероятностного компонента. Моделирование блоков и всей системы осуществлено с учетом определения компонентных и ограничительных связей и взаимосвязей, определяющих как статический, так и динамический характер системы «Промысел» в начальном их состоянии, т. е. без учета возможных переходных состояний в определенных промысловых ситуациях временных интервалах. Смоделированная на основе биотехнологического дуализма обобщенная система «Промысел» позволяет получить целостное представление о ее композиционном составе с учетом воздействия ограничений разной природы, неуправляемых факторов, сопровождающих производственный процесс добычи водных биоресурсов в районах промысла. Полученная модель в ее начальном статическом состоянии является исходной биотехнологической моделью для проведения последующих оптимизационных управляющих воздействий при переходе ее в динамическое состояние в обозначенных промыслом временных интервалах.

Ключевые слова: моделирование, биотехнологический дуализм, ограничительно-вероятностный компонент, структурная декомпозиция, промысел, рыбодобывающая деятельность, целостная система.

Для цитирования: Лисиенко С. В. Моделирование системы «Промысел» на основе биотехнологического дуализма // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 94–101. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-94-101.

Введение

Промысловые системы высшего уровня обладают целым рядом основных свойств. К ним можно отнести целостность свойств системы, проявляющихся взаимодействием составляющих ее подсистем, качественным их различием, их управляемостью при переходе из статического состояния в динамическое в определенном временном интервале, а также в процессе возможного целенаправленного воздействия на элементы системы, сложность компонентного состава системы, обусловленного наличием определенного количества разнообразных межэлементных внутренних связей и внешних связей со средой. В этой связи существенной особенностью системного моделирования промысловых систем высшего уровня, таких как система «Промысел», является использование принципа их внутренней самоорганизации с учетом влияния внешних факторов – ограничений [1–3].

По результатам исследований установлено, что каждая из промысловых зон, с точки зрения осуществления в ней фактической рыбодобывающей деятельности по освоению ресурсного потенциала – сырьевой базы, является многовидовой системой с подсистемами промысловых объектов разных видов [4, 5]. Рыбодобывающая деятельность в такой системе формируется путем взаимодействия структурных компонентов, включающих в себя объектную биологическую базу (промысловые объекты) и производственно-технические средства их добычи (добывающие суда, орудия и технологии лова) [4–7]. Таким образом, ее внутренняя структура сформирована совокупностями биологического, технического и технологического компонентов, одновременное взаимодействие которых создает новую биотехнологическую систему – систему «Промысел». Проектирование данной системы с учетом ее биотехнологического дуализма на основе реализации принципов декомпозиции позволит получить модели, описывающие состав, структуру и воздействие на процесс всех компонентов как в отдельности, так и во взаимодействии.

Постановка задачи

Моделирование целостной системы «Промысел» включает в себя последовательное исследование и формирование составов, внутренней структуры и связей элементов биологического и технологического компонентов (блоков) с целью соединения их в единую систему с установлением ограничений разной природы, сопровождающих производственный процесс добычи водных биоресурсов в пространстве [4–8]. Учитывая, что объекты и совокупности технического и технологического компонентов взаимозависимы, имеют технико-технологическую природу, в процессе моделирования целостного компонентного состава системы они могут быть объединены в один компонент – технологический. Моделирование блоков и всей системы необходимо осуществить с учетом определения компонентных и ограничительных связей и взаимосвязей, определяющих как статический, так и динамический характер системы «Промысел» в начальном их состоянии, т. е. без учета возможных переходных состояний во временных интервалах, определенных промысловой ситуацией. Исходя из этого сформулирована задача – смоделировать биотехнологическую систему «Промысел» и ее компонентный состав с учетом ее статического состояния на основе установленного биотехнологического дуализма с использованием методологии системного подхода к проектированию рыболовных систем и процессов.

Методы и результаты исследования

В ранее проведенных исследованиях условий осуществления промысла установлено, что рыбодобывающая деятельность неопределенна, стохастична и имеет ограничения, причем факторы, оказывающие такое воздействие на рыбодобывающий процесс, имеют различную природу и могут быть определенным образом управляемы или неуправляемы в целом. Для достижения устойчивости такой промысловой системы необходим обязательный и всесторонний учет всех вышеназванных факторов [2–9].

При исследовании воздействующих на рыбодобывающие процессы факторов определена их двуединая природа, формирующая соответствующую основу функционирования рыбодобывающих процессов – биотехнологический дуализм. Таким образом, в многовидовой промысловой системе «Промысловая зона» как системе промысловых объектов при их освоении формируется система нового качества «Промысел» (ПРМ). Вновь созданная система является сложной процессной системой, в которой осуществляется производственно-технологический процесс – ведение рыбодобывающей деятельности с учетом биотехнологического дуализма (МВПС-ПЗ). Основной ее целью является освоение ресурсного потенциала (РП) как совокупностей одуемых и неодуемых промысловых объектов ($\cup \text{ПООД}_i, \cup \text{ПОНД}_j$).

Моделирование ПРМ осуществлялось с использованием метода декомпозиции путем рассмотрения модели состава системы по признакам (компонентам) дуальности – биологическому и технологическому компонентам, являющимся ее взаимосвязанными подсистемами, с выбором соответствующей стратегии декомпозиции – декомпозиции по подсистемам (структурная декомпозиция).

На первом этапе произведено моделирование биологического компонента.

Процесс моделирования осуществлялся следующим образом:

– определены элементы биологического компонента – объемы установленных ОДУ и квот добычи (вылова) по каждому одуемому ($ИПООД_{1i}, ИПООД_{2i}, ИПООД_{ni}$) и неодуемому объекту ($ИПОНД_{1j}, ИПОНД_{2j}, ИПОНД_{mj}$);

– произведено соотнесение (распределение) одуемых и неодуемых промысловых объектов и их объемов с учетом времени их промысловой доступности: ($ПРД_{t_{1i}}, ПРД_{t_{2i}}, ПРД_{t_{ni}}$); ($ПРД_{t_{1j}}, ПРД_{t_{2j}}, ПРД_{t_{mj}}$);

– определены совокупности периодов допустимого промысла (промысловые периоды) одуемых и неодуемых промысловых объектов $\cup ПЛ_{t_{ni}}; \cup ПЛ_{t_{mj}}$;

– установлена зависимость организации рыбодобывающей деятельности (ОРРД) от совокупности периодов допустимого промысла (промысловых периодов) одуемых и неодуемых промысловых объектов.

В результате моделирования биологического компонента ПРМ получена структурная модель, представленная на рис. 1.

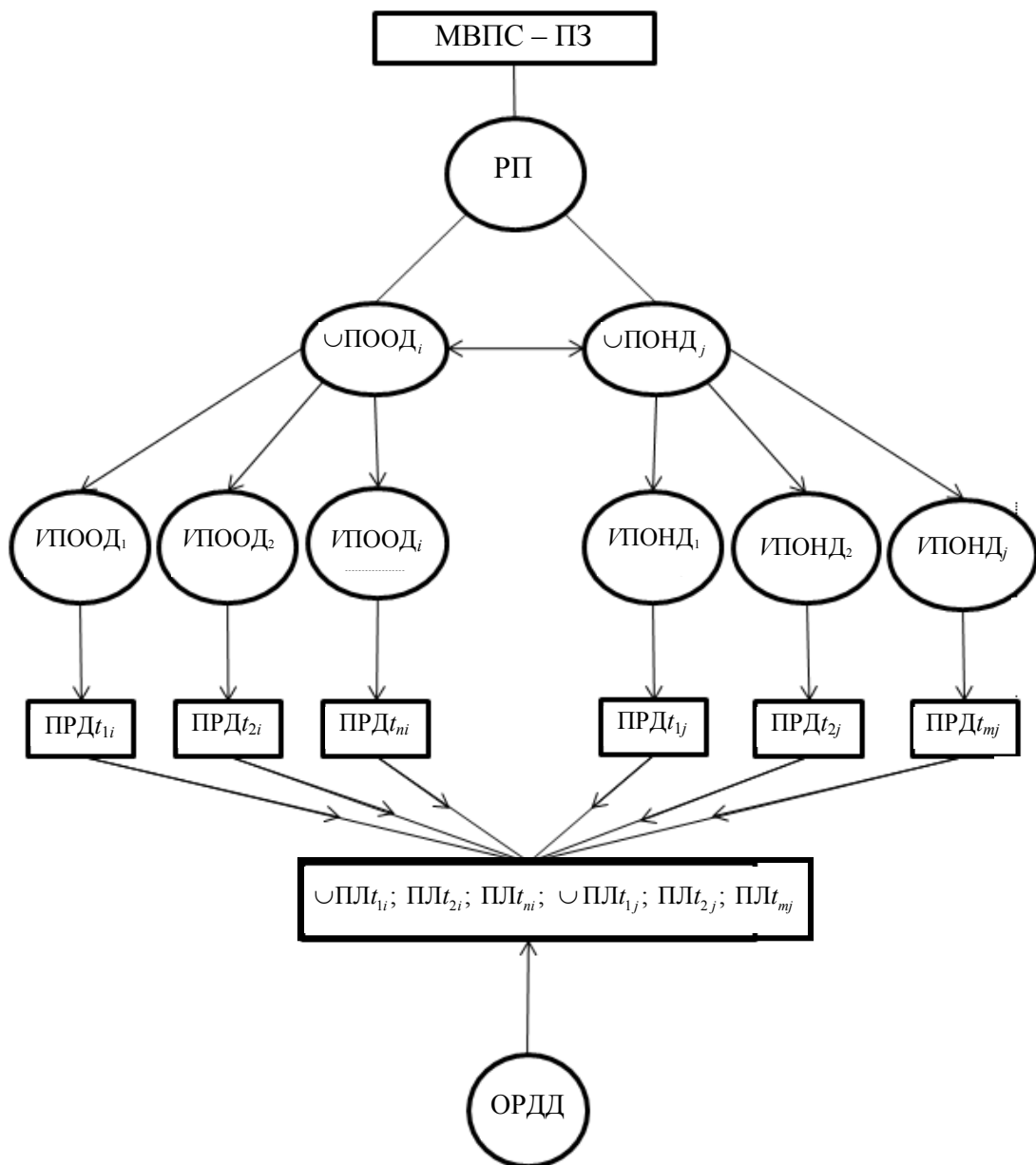


Рис. 1. Структурная модель биологического компонента

На втором этапе осуществлено моделирование технологического компонента. Процесс моделирования состоял из следующих этапов:

- определены сезонность ведения рыбопромысловой деятельности (СЗПР) и совокупность технологий добычи водных биоресурсов ($\cup TД$);
- определены совокупности добывающих судов с ранжированием по тоннажу: малотоннажные, среднетоннажные, крупнотоннажные – $\cup MTДC_i$; $\cup CTДC_n$; $\cup KTДC_k$;
- произведено соотнесение (распределение) совокупностей добывающих судов $\cup MTДC_i$; $\cup CTДC_n$; $\cup KTДC_k$ с учетом их промысловой технологической вооруженности по технологиям лова $TД_m$.

Результатом моделирования технологического компонента ПРМ явилась структурная модель, представленная на рис. 2.

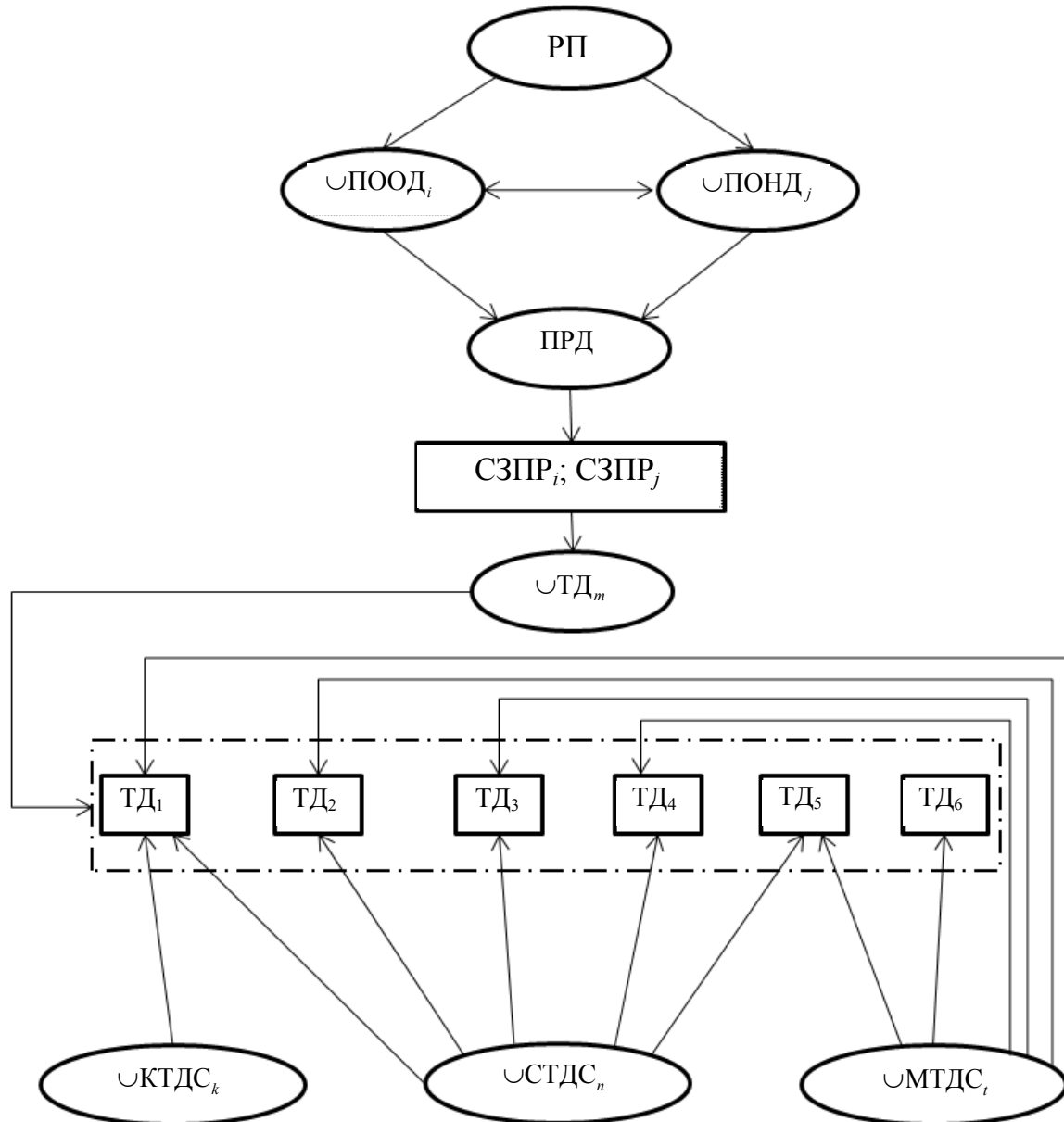


Рис. 2. Структурная модель технологического компонента

Третьим этапом явилось определение и установление композиционных факторов-ограничений, оказывающих непосредственное влияние на ведение рыбодобывающей деятельности и придающих ей стохастичность и неопределенность. Исследование таких композиционных факторов-ограничений позволило определить их состав:

– нормативный фактор-ограничение – Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (утв. приказом Минсельхоза РФ от 23 мая 2019 г. № 267) (ПРРБ). Данный фактор может накладывать ограничительные нормы на структурные составляющие и элементы обоих компонентов функционирующей системы одновременно либо на каждый из компонентов в отдельности с учетом меняющейся природы рыбохозяйственного законодательства. Следовательно, степень его влияния на рыбодобывающий процесс должна оцениваться при каждом изменении и учитываться при моделировании обоих компонентов ПРМ;

– нормативный фактор-ограничение – нормативы эксплуатации добывающих судов (НЭДС). Степень его влияния на рыбодобывающий процесс должна оцениваться при каждом изменении типового состава добывающих судов, их промысловой технологической вооруженности и учитываться при моделировании обоих компонентов ПРМ;

– природный фактор-ограничение – нестабильная промысловая обстановка (НТПО). В свою очередь, данный фактор-ограничение является совокупностью следующих природных факторных подсистем: состояние сырьевой базы промысловой зоны (ССБ) и гидрометеорологические условия промысловых районов (ГДМУ). Данный природный фактор-ограничение является неуправляемым, степень его влияния на рыбодобывающий процесс носит постоянный характер и должен обязательно учитываться при моделировании ПРМ при любых его условиях. На рис. 3 представлена структурная модель (ограничительно-вероятностный блок) композиционных факторов-ограничений, оказывающих влияние на характер ведения рыбодобывающего процесса.

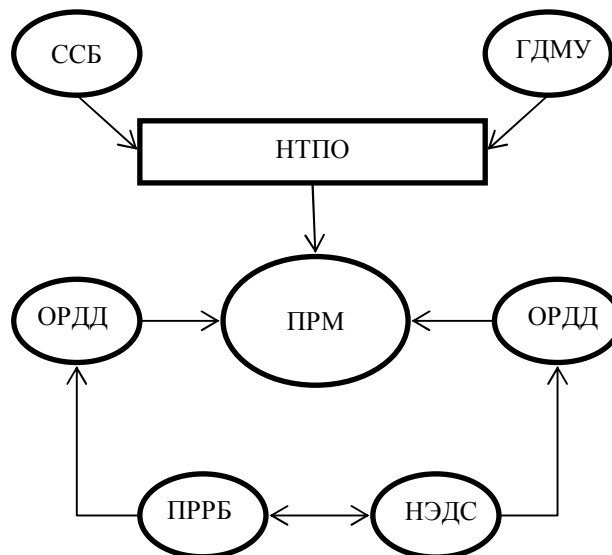


Рис. 3. Структурная модель композиционных факторов-ограничений

На четвертом этапе биологический и технологический компоненты объединятся путем приведения системы к состоянию единой целостной системы ПРМ с одновременным встраиванием ограничительно-вероятностного компонента. Установлены компонентные и ограничительные связи и взаимосвязи, объединяющие биологический и технологический компоненты и определяющие динамический характер ПРМ:

– динамическая взаимосвязь «периоды лова – сезонность промысла – технологии добычи»: $(ПЛ_{it}; ПЛ_{jt}) \leftrightarrow СЗПР \leftrightarrow (\cup ТД)$. Данная взаимосвязь объединила биологический и технологический компоненты, определила динамический характер ПРМ;

– ограничительная взаимосвязь прямого и обратного действия: $ОРДД \leftarrow ПРРБ \leftrightarrow НЭДС \rightarrow ОРДД$;

– ограничительная связь прямого действия: $ССБ \rightarrow НТПО \leftarrow ГДМУ$;

– ограничительная определяющая связь прямого действия: $НТПО \rightarrow ПРМ$.

В результате моделирования единой целостной ПРМ получена ее обобщенная биотехнологическая модель. Структурно-функциональная схема обобщенной системной биотехнологической модели «Промысел» представлена на рис. 4.

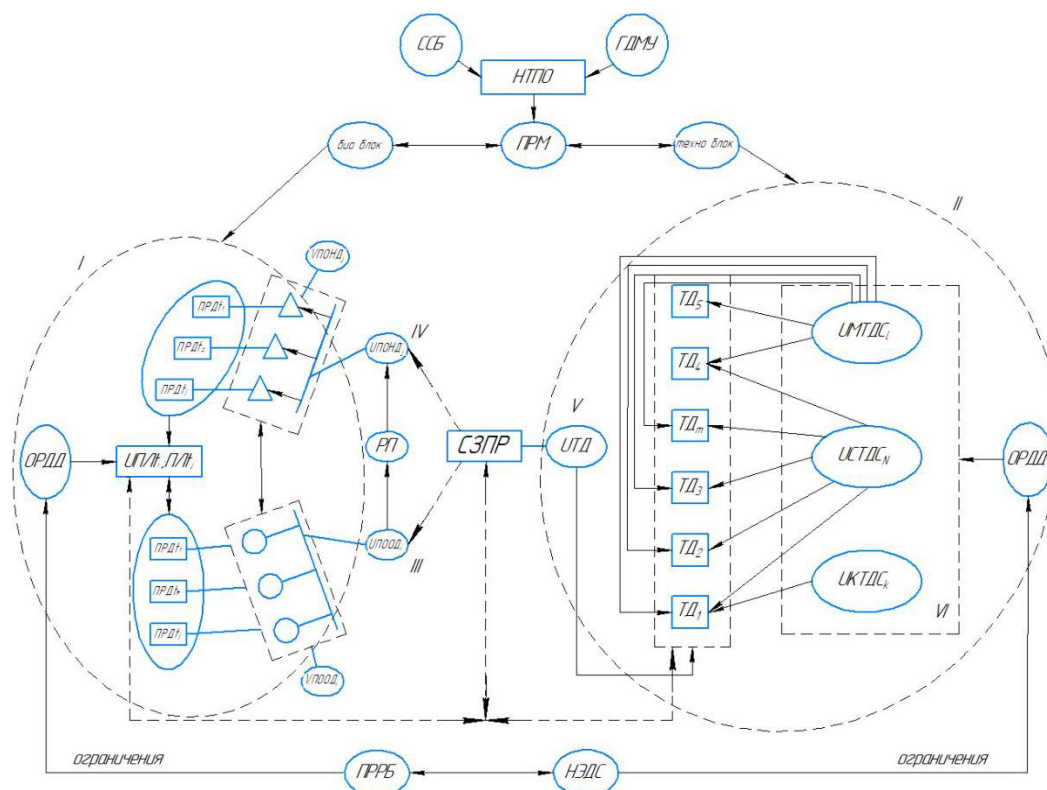


Рис. 4. Структурно-функциональная схема обобщенной системной биотехнологической модели «Промысел»

Представленная в качестве результата проектирования и моделирования промышленной системы высшего уровня – системы «Промысел» – модель дает полное представление о ее компонентном составе и структуре, системно описывает воздействие на процесс всех компонентов как в отдельности, так и во взаимодействии.

Заключение

Спроектированная на основе биотехнологического дуализма обобщенная система «Промысел» позволяет получить целостное представление о ее композиционном составе с учетом воздействия ограничений разной природы, неуправляемых факторов, сопровождающих производственный процесс добычи водных биоресурсов в районах промысла. Полученная модель в ее начальном статическом состоянии является исходной биотехнологической моделью для проведения последующих оптимизационных управляющих воздействий при переходе ее в динамическое состояние в обозначенных промыслом временных интервалах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников В. Н., Мельников А. В. Совершенствование общей теории промышленного рыболовства // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 42–53.
2. Мельников В. Н., Мельников А. В. Системные исследования в теории промышленного рыболовства, аквакультуры и экологии // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 32–41.
3. Норин Е. Г. Основы системного проектирования: учеб. пособие. Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуза, 2002. 134 с.
4. Лисиенко С. В. Концептуальный подход к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства (на примере Дальневосточного региона) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 1. С. 18–28.

5. Лисиенко С. В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыбное хозяйство. 2013. № 4. С. 34–41.
6. Лисиенко С. В. Индустриальная логистическая система «Промысловая зона» как объект системного исследования // Рыбное хозяйство. 2013. № 6. С. 14–17.
7. Лисиенко С. В. Системный подход к исследованию индустриальной логистической системы «Промысловая зона» – научная основа совершенствования организации ведения добычи водных биологических ресурсов // Рыбное хозяйство. 2016. № 5. С. 40–43.
8. Мельников В. Н., Мельников А. В. Общая характеристика основных видов математических моделей теории рыболовства // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 17–22.
9. Андреев М. Н., Студенецкий С. А. Оптимальное управление на промысле. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 288 с.

Статья поступила в редакцию 09.07.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Светлана Владимировна Лисиенко – канд. экон. наук, доцент; зав. кафедрой промышленного рыболовства; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; Россия, 690087, Владивосток; lisienkosv@mail.ru.



MODELING “FISHERY” SYSTEM USING PRINCIPLES OF BIOTECHNOLOGICAL DUALISM

S. V. Lisienko

*The Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, Russian Federation*

Abstract. The article considers the essential feature of the system modeling of high-level fishery systems, e.g. the ‘Fishery’ system, the use of the principle of their internal self-organization, taking into account the influence of external factors - limitations. The internal structure of the ‘Fishery’ system is formed by a combination of biological, technical and technological components. Objects and sets of technical and technological components are interdependent, have a technical and technological nature and are combined into a single technological component. In this sense, the ‘Fishery’ system has a dual natural structure - biotechnological dualism, which is determined by the two components which simultaneously present and function in the system. In addition, the fishing process is greatly influenced by a set of restrictions and certain uncontrollable factors. By their simultaneous action they impart stochasticism and uncertainty to the fishing production process. Modeling of the ‘Fishery’ system was carried out using the decomposition method with consideration of the model of the composition of the system according to the signs (components) of duality - biological and technological components, which are its interrelated subsystems with the choice of an appropriate decomposition strategy - decomposition by subsystems (structural decomposition) with simultaneous embedding restrictive probabilistic component. Modeling of the blocks and the entire system was carried out taking into account the definition of component and restrictive relationships and relationships that determine both the static and dynamic nature of the ‘Fishery’ system in their initial state, i.e. without taking into account possible transient states in time intervals determined by the fishing situation. The generalized ‘Fishery’ system modeled on the basis of biotechnological dualism makes it possible to obtain a holistic view of its compositional composition, taking into account the impact of restrictions of a different nature, uncontrollable factors accompanying the production process of extraction of aquatic biological resources in the fishing areas. The resulting model in its initial static state is the initial biotechnological model for carrying out subsequent optimization control actions during its transition to a dynamic state in the time intervals indicated by the fishery.

Key words: modeling, biotechnological dualism, restrictive-probabilistic component, structural decomposition, fishery, fishing activity, integral system.

For citation: Lisienko S. V. Modeling 'Fishery' system using principles of biotechnological dualism. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;3:94-101. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-94-101.

REFERENCES

1. Mel'nikov V. N., Mel'nikov A. V. Sovershenstvovanie obshchei teorii promyshlennogo rybolovstva [Improving general theory of industrial fishing]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2010, no. 1, pp. 42-53.
2. Mel'nikov V. N., Mel'nikov A. V. Sistemnye issledovaniia v teorii promyshlennogo rybolovstva, akvakultury i ekologii [System research in theory of industrial fishing, aquaculture and ecology]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2010, no. 1, pp. 32-41.
3. Norinov E. G. *Osnovy sistemnogo proektirovaniia: uchebnoe posobie* [Fundamentals of system design: tutorial]. Vladivostok, Izd-vo Dal'rybvтуza, 2002. 134 p.
4. Lisienko S. V. Kontseptual'nyi podkhod k sovershenstvovaniuu organizatsii vedeniia dobychi vodnykh biologicheskikh resursov v kontekste razvitiia obshchei teorii promyshlennogo rybolovstva (na primere Dal'nevostochnogo regiona) [Conceptual approach to improving organization of fishing aquatic biological resources in context of development of general theory of industrial fishing (case of Far East region)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2014, no. 1, pp. 18-28.
5. Lisienko S. V. O mnogovidovom rybolovstve v kontekste sovershenstvovaniia sistemnoi organizatsii vedeniia promysla VBR [On multispecies fishery in terms of improving systemic organization of WBR fishery]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2013, no. 4, pp. 34-41.
6. Lisienko S. V. Industrial'naia logisticheskaiia sistema «Promyslovaia zona» kak ob'ekt sistemnogo issledovaniia [Industrial logistics system "Industrial zone" as object of systemic research]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2013, no. 6, pp. 14-17.
7. Lisienko S. V. Sistemnyi podkhod k issledovaniuu industrial'noi logisticheskoi sistemy «Promyslovaia zona» – nauchnaia osnova sovershenstvovaniia organizatsii vedeniia dobychi vodnykh biologicheskikh resursov [Systematic approach to studying industrial logistic system Fishing Zone - scientific basis for improving organization of fishing aquatic biological resources]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 5, pp. 40-43.
8. Mel'nikov V. N., Mel'nikov A. V. Obshchaia kharakteristika osnovnykh vidov matematicheskikh modelei teorii rybolovstva [General characteristics of main types of mathematical models of theory of fishing]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2009, no. 1, pp. 17-22.
9. Andreev M. N., Studenetskii S. A. *Optimal'noe upravlenie na promysle* [Optimal control in commercial fishing]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1975. 288 p.

The article submitted to the editors 09.07.2021

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Svetlana V. Lisienko – Candidate of Economics, Assistant Professor; Head of the Department of Industrial Fisheries; The Far Eastern State Technical Fisheries University; Russia, 690087, Vladivostok; lisienkosv@mail.ru.

