

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
INFORMATION TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 004.82: 004.89

DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-2-126-133

Оригинальная статья/ Original Paper

Онтологическая модель знаний как основа автоматизации процесса распределения квот добычи водных биологических ресурсов и контроля за уровнем их освоения

А.В. Олейникова¹, А.А. Олейников²

¹Астраханский государственный технический университет,

¹414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, Россия,

²Астраханский государственный архитектурно-строительный университет,

²414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, Россия

Резюме. Цель. В настоящей работе рассмотрен процесс разработки онтологической модели знаний органов государственного контроля в области квотирования добычи водных биологических ресурсов. Необходимость разработки данной модели возникла из-за недостаточного уровня автоматизации извлечения знаний из данных собираемых и обрабатываемых в ручном режиме от восемнадцати территориальных управлений федерального агентства по рыболовству. Недостаточная скорость сбора и обработки данных о текущем уровне промышленной добычи водных биологических ресурсов может стать причиной не корректного планирования при последующем распределении квот на вылов, что может привести к снижению биологического разнообразия в водоемах Российской Федерации с последующей утратой видов водных биологических ресурсов. **Метод.** В исследовании использовались методы анализа теоретической и нормативно-правовой документации, анализа статистических данных, а также вторичного анализа данных. **Результат.** Разработана объектная онтологическая модель знаний органов государственного контроля в области квотирования добычи водных биологических ресурсов. **Вывод.** Разработанная онтологическая модель позволяет ускорить извлечение знаний из агрегируемых данных по уровню распределения и освоения квот на вылов водных биологических ресурсов, а также служит основой для создания полноценной информационной системы учета добычи водных биологических ресурсов и контроля за их популяцией.

Ключевые слова: объектная онтологическая модель, водные биологические ресурсы, информационная система, квоты

Для цитирования: А.В. Олейникова, А.А. Олейников. Онтологическая модель знаний как основа автоматизации процесса распределения квот добычи водных биологических ресурсов и контроля за уровнем их освоения. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2023; 50(2):126-133. DOI:10.21822/2073-6185-2023-50-2-126-133

Ontological model of knowledge as the basis for automation of the process of distribution of quotas for the extraction of aquatic biological resources and control over the level of their development

A.V. Oleynikova¹, A.A. Oleynikov²

¹Astrakhan State Technical University,

¹16 Tatishcheva St., Astrakhan 414056, Russia,

²Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering,

²18 Tatishcheva St., Astrakhan 414056, Russia,

Abstract. Objective. In this paper, the process of developing an ontological model of knowledge of state control bodies in the field of quotas for the extraction of aquatic biological resources is considered. The need to develop this model arose due to the insufficient level of automation of knowledge extraction from data collected and processed manually from eighteen territorial

departments of the Federal Agency for Fisheries. Insufficient speed of collecting and processing data on the current level of industrial production of aquatic biological resources may cause incorrect planning during the subsequent distribution of catch quotas, which may lead to a decrease in biological diversity in the reservoirs of the Russian Federation with the subsequent loss of types of aquatic biological resources. **Method.** The study used methods of analysis of theoretical and regulatory documentation, analysis of statistical data, as well as secondary data analysis. **Result.** An object ontological model of knowledge of state control bodies in the field of quotas for the extraction of aquatic biological resources has been developed. **Conclusion.** The developed ontological model makes it possible to accelerate the extraction of knowledge from aggregated data on the level of distribution and development of quotas for catching aquatic biological resources, and also serves as the basis for creating a full-fledged information system for accounting for the extraction of aquatic biological resources and monitoring their population.

Keywords: object ontological model, aquatic biological resources, information system, quotas

For citation: A.V. Oleynikova, A.A. Oleynikov. Ontological model of knowledge as the basis for automation of the process of distribution of quotas for the extraction of aquatic biological resources and control over the level of their development. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Science. 2023; 50(2):126-133. DOI:10.21822/2073-6185-2023-50-2-126-133

Введение. Любая организация кроме продукции, выпускаемой по направлению своей деятельности, продуцирует большое количество данных и информации, из которых возможно извлечение знаний. Чем уровень и объем знаний выше, тем большим преимуществом обладает организация. Это касается и органов исполнительной власти, одним из которых является Федеральное агентство по рыболовству (ФАР). Основной род деятельности ФАР охрана водных биологических ресурсов (ВБР) от незаконного лова и распределение квот на их добычу. В заключаемых договорах на вылов ВБР указывается размер квот, а права на их заключения распределяются, в том числе, на основе аукционных мероприятий. Аукционы устраиваются территориальными управлениями ФАР.

Постановка задачи. Данные по уровню освоения, собираемые каждым из управлений, представляются в виде электронных таблиц, что значительно усложняет извлечение из них знаний и затрудняет установку рациональных объемов квот на добычу ВБР, которые позволят удовлетворить спрос и сохранить популяцию вылавливаемого ВБР. Это говорит о большой фрагментированности знани, из чего следует необходимость о разработке единого стандарта их представления для решения задачи автоматизации процесса распределения квот и контроля за уровнем их освоения.

Цель исследования заключается в разработке объектной онтологической модели знаний органов государственного контроля в области квотирования добычи водных биологических ресурсов.

Методы исследования. Онтологическая модель знаний. На данном этапе исследования было принято решение рассмотреть механизм квотирования в статике, произведя максимально детальный анализ предметной области с целью выявления всех объектов и установления их свойств и характеристик, что в дальнейшем позволило бы перейти к построению онтологии процессов. Предлагаемая в данной работе онтология представлена как иерархия классов.

У разных авторов термины, в которых описывается структура онтологии, имеют разную формулировку. Однако ввиду того, что планируется программная реализация разработанной онтологии в виде системы поддержки принятия решений на одном из высокоуровневых языков программирования, терминология будет иметь вид более понятный инженеру-программисту. Онтология служит для представления знаний о реальном мире, в частности, о некоторых бизнес-процессах, протекающих в ФАР, и может быть использована как базис для разработки программного обеспечения. Одним из ее основных элементов является

класс, который может включать различное число подклассов. На основе класса или подкласса может быть создан экземпляр класса, часто называемый объектом. Экземпляр класса, как и сами классы, может обладать атрибутами, описывающие его параметры и характеристики. Некоторые из атрибутов устанавливают отношения между экземплярами в онтологии, путем установки ссылки на другой экземпляр класса или класс. В онтологии устанавливаются ограничения, представляющие формализованные условия для принятия данных в качестве входных и правила вида «если-то», которые описывают логические выводы, возникающие из утверждений.

Перед построением онтологической модели органов государственного контроля в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, занимающихся квотированием добычи ВБР, требуется описать структуру подчиненности. Учитывая, что объектная онтология строится в отношении механизма квотирования ВБР, необходимо раскрыть основные понятия и их характеристики, которые могут быть схожи, и в тоже время иметь значительные отличия от механизмов, применяющихся в других органах контролирующей добычу иных видов биологических ресурсов.

Проблемы квотирования ВБР рассматриваются в работах Захаровой М.А. [8], Будниковой Ю.Е. [5], Богданова А.С. и Зенина А.В. [4] и др. Основным органом исполнительной власти, занимающимся вопросами добычи ВБР, является ФАР, в его подчинении находятся территориальные управления, которые в свою очередь делятся на отделы. Исследование проводилось на базе Волго-Каспийского территориального управления, включающего Астраханский, Саратовский отделы государственного контроля, надзора, охраны водных биологических ресурсов и среды обитания, а также Нижневолжский отдел и отдел по республике Калмыкия.

Под водными биологическими ресурсами следует понимать любые биологические объекты, средой обитания которых является водная среда. В их отношении возможно ведение добычи в промышленных, научных или учебных целях, в целях рыбоводства или ведения традиционного образа жизни (ТОЖ) [11] и т.п. Вылов ВБР осуществляется с применение механизма квотирования, основой которого является понятие квоты. Под квотой понимается объём допустимых к отлову ВБР, устанавливаемых для целей ведения рыболовства.

Одним из способов распределения квот на добычу ВБР является проведение аукционных мероприятий. Торги осуществляются между заинтересованными сторонами, которые выполнили все требования по допуску к аукциону и были зарегистрированы в качестве участников. Аукцион проводится на базе территориального управления ФАР, итогом которого станет распределение прав на заключение договора о закреплении доли квоты добычи ВБР в водах Российской Федерации, являющихся зоной ответственности этого территориального управления. Создаваемая онтология будет применяться для установки квот, не нарушающих биологический баланс экосистем, в которых производится вылов ВБР. Источниками данных для онтологии служит аукционная документация и оперативные сводки по добыче ВБР каждого из территориальных управлений ФАР [1-3,7].

Обсуждение результатов. Наиболее часто для формализованного представления онтологии как набора данных, имеет место следующая запись:

$$Ontology = \langle T, R, F \rangle,$$

где $T = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_i, \dots, T_j\}, i = \overline{1, j}$, – перечень классов предметной области онтологии;
 $R = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_l, \dots, R_m\}, R \subseteq T_1 \times T_2 \times T_3 \times \dots \times T_j, l = \overline{1, m}$, – установленные значимые отношения между экземплярами в виде ссылки на другой экземпляр класса или класс;

$F: T \times R$ – применяемые интерпретационные функции;

$F = \{f_1, f_2, f_3, \dots, f_q\}$, где $q = \overline{1, Q}$ – оптимальные функции интерпретации для кортежа $\langle T, R \rangle$ в отношении рассматриваемой предметной области.

Создаваемая предметная онтология содержит кроме классов в своем составе еще и дочерние элементы, подклассы, с их учетом перечень классов можно записать как:

$T_{subclass} = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_i, \dots, \{T_{i+1} \in [T_{i+1.1}, T_{i+1.2}, T_{i+1.3}, \dots, T_{i+1.k}, \dots T_{i+1.x}]\}, \dots, T_j\}$,
 где $k = \overline{1, x}$ – подклассы родительского класса предметной онтологии.
 Семантически значимые отношения в этом случае примут вид:
 $R_{subclass} = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_l, \dots, R_m\}$
 $R_{subclass} \subseteq T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_i \times \{T_{i+1} \in [T_{i+1.1}, T_{i+1.2}, T_{i+1.3}, \dots, T_{i+1.k}, \dots T_{i+1.x}]\} \times \dots \times T_j$
 Форма записи интерпретационных функций не изменится:
 $F_{subclass}: T_{subclass} \times R_{subclass}$ – применяемые интерпретационные функции;
 $F_{subclass} = \{f_1, f_2, f_3, \dots, f_q\}$, где $q = \overline{1, Q}$ – оптимальные функции интерпретации для кортежа $\langle T_{subclass}, R_{subclass} \rangle$ в отношении рассматриваемой предметной области.

С учетом выше сказанного формализованное представление разработанной онтологии примет следующий вид:

$$Ontology_{vbr.auc} = \langle T_{vbr.auc}, R_{vbr.auc}, F_{vbr.auc} \rangle,$$

где

$$T_{vbr.auc} = \{ \{ T_{a.lot} \in [T_{w.lot}, T_{l.lot}, T_{allow.lot}] \},$$

$$\{ T_{vbr} \in [T_{sponge}, T_{b.chast}, T_{l.chast}, T_{v.val.vbr}, T_{seld}, T_{val.vbr}] \},$$

$$\{ T_{fishing} \in [T_{amat}, T_{coast}, T_{ind}, T_{sci}, T_{edu}, T_{farming}, T_{trad}] \},$$

$$\{ T_z \in [T_{z.ip}, T_{z.ooo}, T_{z.fl}] \},$$

$$T_{applic}, T_{inn}, T_{info.auct}, T_{okopf}, \{ T_{opf} \in [T_{opf.ip}, T_{opf.ooo}, T_{opf.fl}] \},$$

$$T_{otdel}, T_{win}, T_{l.win}, T_{lose},$$

$$\{ T_{reservoir} \in [T_{water.reserv}, T_{sea}, T_{lake}, T_{river}] \},$$

$\{ T_{far}, T_{level.quota}, T_{vk.pool}, T_{partic} \}$ – перечень классов и подклассов объектной онтологической модели знаний органов государственного контроля в области квотирования добычи водных биологических ресурсов;

На рис.1 представлен перечень классов и подклассов предметной области, которое составляет ядро разработанной онтологии.



Рис.1. Перечень классов онтологической модели знаний
 Fig.1. List of ontological knowledge model classes

На рис. 2 показаны отношения между объектами разрабатываемой предметной онтологии на основе их атрибутов.

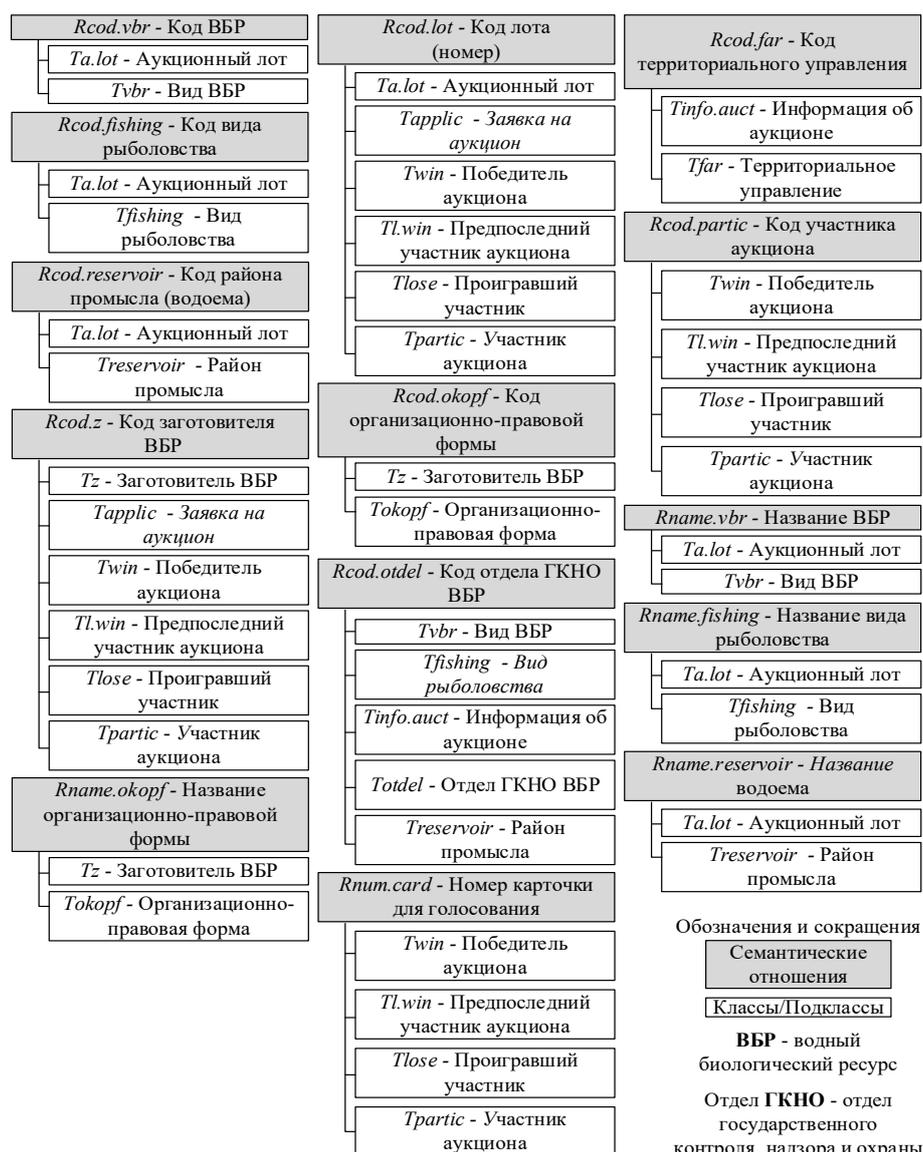


Рис.2. Семантически значимые отношения между классами и подклассами объектной онтологической модели знаний

Fig.2. Semantically significant relationships between classes and subclasses of the object ontological model of knowledge

Основным классом для разработанной онтологии выступает лот $T_{a.lot}$ выставленный в процессе аукциона на торги. Если обратить внимание на рис. 2, то видно, что в отношении лота определяется вид ВБР T_{vbr} , место его добычи $T_{reservoir}$, а также способ лова $T_{fishing}$. Как говорилось выше, в отношении каждого лота устанавливается допустимый объем вылова, то есть квота $T_{level.quota}$, уровень освоения которой строго контролируется отделами ГКНО (государственный контроль, надзор и охрана). Этот показатель является одним из наиболее важных в процессе сохранения ВБР, так как позволяет осуществлять своевременный контроль за объемами вылова и уровнем популяции. Разработанная онтология позволит осуществлять такой контроль в реальном времени [6,9-10].

$$R_{vbr.auc} = \{R_{cod.vbr} \subseteq [T_{a.lot}, T_{vbr}]\}, \{R_{cod.fishing} \subseteq [T_{a.lot}, T_{fishing}]\}, \\ \{R_{cod.reservoir} \subseteq [T_{a.lot}, T_{reservoir}]\}, \\ \{R_{cod.z} \subseteq [T_z, T_{applic}, T_{win}, T_{l.win}, T_{lose}, T_{partic}]\},$$

2. Астафьев С.С., Васильева Л.М. Анализ участия производителей осетровых рыб разных групп в искусственном воспроизводстве на осетровых заводах астраханской области // В сборнике: Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы. сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2017. – С.37-40.
3. Блинов А.Ю. Пути и методы совершенствования системы распределения квот на вылов водных биоресурсов // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 5. – С.20-21.
4. Богданов А.С., Зенин А.В. Развитие конкуренции в сфере добычи (вылова) водных биологических ресурсов // Новые юридические исследования. Сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза. – 2020. – С.76-79.
5. Будникова Ю.Е. Правовые проблемы в системе квотирования добычи (вылова) водных биоресурсов для целей предпринимательского рыболовства // Евразийский юридический журнал. – 2018. – № 9 (124). – С.164-167.
6. Волошин Г.А., Артеменков Д.В. О регулировании промысла с учётом его эффективности на примере минтая в северной части охотского моря // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 129. – С.247-256.
7. Ермакова Т.В. Совершенствование механизма устойчивого развития рыбной промышленности России // Вестник саратовского государственного социально-экономического университета. – 2007. – № 4(18). – С.45-49.
8. Захарова М.А. О досрочном расторжении договора о закреплении долей квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов по инициативе уполномоченного органа // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции МГЮУ им О.Е. Кутафина. Москва. – 2017. – С.21-29.
9. Кузнецова Н.В., Макеева М.Ю. Оценка рыночной стоимости долей квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов по доходному подходу методом капитализации // Финансовый менеджмент. – 2013. – № 6. – С.41-50.
10. Лисиенко С.В. Концептуальный подход к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства (на примере дальневосточного региона) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2014. – № 1. – С.18-28.
11. Мальшева М.С. Анализ пользования малочисленными народами водными биологическими ресурсами // Арктический вектор: этнологическая экспертиза - вчера, сегодня, завтра. Материалы III региональной научно-практической конференции, посвященной 10-летию принятия Закона Республики Саха (Якутия) «Об этнологической экспертизе в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера Республики Саха (Якутия)». Министерство по развитию Арктики и делам народов Севера Республики Саха (Якутия), Государственное собрание Республики Саха (Якутия), Академия наук Республики Саха (Якутия). – 2020. – С.130-137.
12. Мельников П.А. Анализ законодательной базы, устанавливающей правовые и организационные основы регулирования рыболовства на территории РФ // Материалы национальной научно-технической конференции Научно-практические вопросы регулирования рыболовства Материалы национальной научно-технической конференции. – 2019. – С.131-134.
13. Михайлюк А.Н. Методика расчета национальных квот вылова осетровых рыб в азовском море // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 5. – С.76-77.
14. Рогов В.Ю., Ше Сон Гун Методика распределения квот для малого предпринимательства на предмет вылова лососевых видов рыб // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2010. – № 1. – С.52-55.
15. Седаев П.В. Проблема корректировки налоговой базы сбора за пользование объектам водных биологических ресурсов при внесении изменений в ранее выданные лицензии // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2014. – № 16. – С.157-162.
16. Сиваков Д.О. Правовой институт инвестиционных квот в области рыболовства // Журнал Российского права. – 2019. – № 10. – С.136-144.

References:

1. Asanov A. N., E. L. Li, Ageshina E. Yu. Quotas for the extraction of aquatic biological resources. *Economic policy*, 2022; 4:124-129. (In Russ)
2. Astafyev S.S., Vasilyeva L.M. Analysis of the participation of producers of sturgeon fish of different groups in artificial reproduction at sturgeon plants of the Astrakhan region. *In the collection: Aquaculture of sturgeon fish: problems and prospects. collection of articles of the International Scientific and Practical Conference*. 2017; 37-40. (In Russ)
3. Blinov A. Yu. Ways and methods of improving the system of distribution of quotas for the catch of aquatic biological resources. *Fisheries*, 2004; 5:20-21. (In Russ)

4. Bogdanov A.S., Zenin A.V. Development of competition in the field of extraction (catch) of aquatic biological resources. *New legal studies. Collection of articles of the III International Scientific and Practical Conference*. Penza, 2020;76-79. (In Russ)
5. Budnikova Yu.E. Legal problems in the system of quotas for the extraction (catch) of aquatic biological resources for the purposes of entrepreneurial fishing. *Eurasian Law Journal*, 2018; 124(9):164-167.(In Russ)
6. Voloshin G.A., Artemenkov D.V. On the regulation of fishing taking into account its effectiveness on the example of pollock in the northern part of the Sea of Okhotsk. *Proceedings of VNIRO*, 2022; 129:247-256. (In Russ)
7. Ermakova T.V. Improvement of the mechanism of sustainable development of the fishing industry of Russia. *Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University*, 2007;18(4):45-49. (In Russ)
8. Zakharova M.A. On early termination of the contract on fixing the quota shares of extraction (catch) of aquatic biological resources at the initiative of the authorized body. *Collection of scientific papers based on the materials of the I International Scientific and Practical Conference of the Kutafin Moscow State University*. Moscow, 2017; 21-29. (In Russ)
9. Kuznetsova N.V., Makeeva M.Yu. Assessment of the market value of the quota shares of extraction (catch) of aquatic biological resources according to the profitable approach by the capitalization method. *Financial management*, 2013; 6:41-50. (In Russ)
10. Lisienko S.V. Conceptual approach to improving the organization of the extraction of aquatic biological resources in the context of the development of the general theory of industrial fishing (on the example of the Far Eastern region). *Bulletin of the Astrakhan State Technical University*. Series: Fisheries, 2014; 1:18-28. (In Russ)
11. Malysheva M.S. Analysis of the use of aquatic biological resources by small peoples. Arctic vector: ethnological expertise - yesterday, today, tomorrow. Materials of the III regional scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of the adoption of the Law of the Republic of Sakha (Yakutia) "On ethnological expertise in places of traditional residence and traditional economic activity of indigenous peoples of the North of the Republic of Sakha (Yakutia)". The Ministry for the Development of the Arctic and the Affairs of the Peoples of the North of the Republic of Sakha (Yakutia), the State Assembly of the Republic of Sakha (Yakutia), the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), 2020;130-137. (In Russ)
12. Melnikov P.A. Analysis of the legislative framework establishing the legal and organizational foundations of fisheries regulation in the territory of the Russian Federation. *Materials of the National Scientific and Technical Conference Scientific and practical issues of fisheries regulation Materials of the National Scientific and Technical Conference*, 2019;131-134. (In Russ)
13. Mikhailyuk A.N. Methodology for calculating national quotas for the catch of sturgeon fish in the Sea of Azov. *Fisheries*, 2005; 5:76-77. (In Russ)
14. Rogov V.Yu., She Methodology for the distribution of quotas for small businesses for the catch of salmon fish species. *Izvestiya Irkutsk State Economic Academy*, 2010; 1:52-55. (In Russ)
15. Sedaev P.V. The problem of adjusting the tax base of the fee for the use of objects of aquatic biological resources when making changes to previously issued licenses. *Economics and management in the XXI century: development trends*, 2014; 16:157-162. (In Russ)
16. Sivakov D.O. Legal Institute of investment quotas in the field of fisheries. *Journal of Russian Law*, 2019; 10:136-144. (In Russ)

Сведения об авторах:

Олейникова Алла Владимировна, магистрант кафедры прикладная информатика; a.oleynikova.astu@mail.ru

Олейников Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, кафедра систем автоматизированного проектирования и моделирования; aleksandr6333@gmail.com

Information about authors:

Alla V. Oleinikova, Undergraduate of the Department of Applied Informatics, a.oleynikova.astu@mail.ru
Alexander A. Oleinikov, Cand.Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Department of Computer-Aided Design and Modeling Systems; aleksandr6333@gmail.com

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 10.03.2023.

Одобрена после рецензирования/ Revised 31.03.2023.

Принята в печать/Accepted for publication 31.03.2023.