

РЫБОВОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА СРЕДУ

Е.О. Леонтьева¹, Н.А. Политаева¹, М.Б. Шилин²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого, katerina.leonteva.ol@gmail.com

²Российский государственный гидрометеорологический университет

Аквакультура как отрасль сформировалась сравнительно недавно, поэтому на разных уровнях регулирования и в научной литературе встречаются вариативные трактовки состава и границ как рыбохозяйственного комплекса, так и аквакультурного. В настоящей работе рыбоводческий комплекс предлагается рассматривать как природно-техническую систему (ПТС), где производственный результат определяется управляемыми потоками вещества, энергии и информации при ограничениях, задаваемых природной средой.

Показано, что аквакультурные объекты всё чаще функционируют в составе интегрированных площадок с береговой инфраструктурой и объектами переработки, что усиливает кумулятивное геоэкологическое воздействие и требует интегральной оценки.

Сопоставляются российские научные подходы и зарубежные нормативные определения; формулируется рабочее определение рыбоводческого комплекса как ПТС и обозначаются ключевые направления снижения нагрузки.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводческий комплекс, природно-техническая система, УЗВ, геоэкологическое воздействие, утилизация отходов

Понятия «рыбное хозяйство», «рыбная отрасль», «рыбохозяйственный комплекс» и «аквакультурный комплекс» в современной литературе и нормативных документах используются неоднородно. «Рыбоводческий комплекс» используется редко. Это связано как с историей становления отрасли, так и с её быстрым технологическим развитием и институциональными различиями между странами.

Термин «рыбохозяйственный комплекс» оформился к концу XX века. В СССР преимущественно использовалось понятие «рыбное хозяйство». В современном понимании рыбохозяйственный комплекс трактуется как сложная многоэлементная и многокомпонентная система, структурированная по сферам деятельности и встроенная в реальный сектор экономики для обеспечения продовольственной безопасности в сегменте рыбы и морепродуктов [1]. Сегодня прослеживается трансформация понятий рыбного хозяйства, рыбной отрасли и рыбохозяйственного комплекса [2]. Ряд авторов включает в состав комплекса рыболовство, аквакультуру (рыбоводство) и

переработку [3]; в других трактовках структура описывается как набор из семи сфер [1].

С учётом сложившейся практики можно выделить четыре базовые области, которые охватывает рыбохозяйственный комплекс - промышленное рыболовство (добыча или вылов водных биоресурсов), аквакультура (рыбоводческая деятельность), рыбопереработка, обслуживание и обеспечение (флот, логистика, снабжение, сервисное сопровождение).

Для стран с развитым рыболовством нормативная база вылова исторически хорошо сформирована. Однако, аквакультура как самостоятельное направление в большинстве государств развивается сравнительно недавно и является ответом на задачи продовольственной безопасности и импортонезависимости. В ряде случаев, рыбохозяйственный комплекс полностью или частично включается в агропромышленный сектор (АПК), а аквакультура относится к системе АПК, что усложняет межотраслевое регулирование.

В прикладной российской литературе термин «аквакультурный комплекс» нередко употребляется как производственный контур УЗВ. Так, для подрачивания угря аквакультурный комплекс фактически описан как установка замкнутого водоснабжения с перечислением узлов и ёмкостей [4]. В методических указаниях УЗВ определяется как единый комплекс рыбоводных бассейнов и оборудования оборотного водоснабжения [5]. Вместе с тем в российских нормативных актах термина «аквакультурный комплекс» в узком смысле нет, шире регулируется «аквакультура (рыбоводство)» как вид деятельности.

В отдельных зарубежных юрисдикциях «аквакультурный комплекс» закреплён нормативно. Например, в штате Техас *aquaculture complex* — это «совокупность двух и более объектов аквакультуры, принадлежащих разным собственникам, расположенных на одной площадке и совместно использующих частные сооружения дренажа» [6]. Такой подход подчёркивает площадочную интеграцию и инфраструктурную общность как критерий «комплекса».

Учитывая многообразие трактовок и практику интеграции, предлагается определение междисциплинарного характера. Рыбоводческий (аквакультурный) комплекс - это природно-техническая система со связью «природная среда — техническая инфраструктура — управление», включающая один или несколько производственных объектов выращивания гидробионтов (садки, пруды, УЗВ) и обеспечивающую инфраструктуру. Элементы комплекса связаны обменом веществом и энергией, функционируют в едином контуре управления и оказывают интегральное геоэкологическое воздействие на окружающую среду.

Такое определение охватывает как простые виды комплексов (один объект УЗВ или садковое хозяйство с инфраструктурой), так и интегрированные площадки (садковая линия с береговой базой и перерабатывающими мощностями), а также гибридные технопарки на воде и суше.

В открытых аквакультурных системах первичное воздействие приходится на водную толщу и донный слой. Деятельность хозяйства влияет на процессы эвтрофикации, осадконакопления, на карбонатную буферность и на потоки климатически активных газов (CO_2 , CH_4 , N_2O). Включение в производственный контур береговой переработки дополнительно повышает кумулятивную нагрузку за счёт сточных вод и отходов.

Определение рыбоводческого комплекса как ПТС позволяет: установить чёткие границы системы — объект, площадка, акватория влияния; определить потоки вещества, энергии и информации; выделить контуры управления процессами — кормление, гидрохимия, энергообеспечение, сбор осадка, переработка отходов и др.; разработать интегральный показатель воздействия, аккумулирующий вклад производственного контура и инфраструктуры.

С учётом современной практики, к ключевым направлениям снижения нагрузки на среду относятся: оптимизация рациона и режимов кормления, что уменьшает поступление органического вещества в воду и, как следствие, снижает вынос за пределы системы азот- и фосфорсодержащих соединений; сбор твёрдой фракции осадка и её эффективная утилизация путём переработки во вторичные продукты; создание мультитрофических систем и аквапонного блока как биологического контура очистки и источника дополнительной продукции; повышение энергоэффективности и использование ВИЭ; внедрение подходов к учёту и снижению эмиссий климатически активных газов; рациональное размещение новых производственных площадок с учётом гидрологического режима.

Таким образом, вариативность определений рыбохозяйственного комплекса отражает реальное многообразие конфигураций отрасли. Для оценки влияния и управления устойчивостью целесообразен ПТС-подход, позволяющий формализовать потоки, границы и кумулятивные эффекты. Это, в свою очередь, создаёт основу для интегральной оценки геоэкологического воздействия и для технологических решений, снижающих нагрузку при сохранении производственной эффективности.

Библиографический список

1. Семин, А. Н. Рыбохозяйственный комплекс в системе продовольственной безопасности: сущностное содержание и приоритеты научных исследований / А. Н. Семин, И. С. Кондратенко, М. М. Кислицкий // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 44(6). – С. 268-272. – EDN UCRPYJ.
2. Бетин, О. И. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура / О. И. Бетин, А. С. Труба, Т. О. Мухамедова // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 188. – С. 166-173. – DOI 10.36038/2307-3497-2022-188-166-173. – EDN YXFQUW.
3. Варламова, М. С. Российский рыбохозяйственный комплекс: структура, потенциал, противоречия развития / М. С. Варламова, А. В. Родионов // Russian Journal of Management. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 217–226. – DOI 10.29039/2409-6024-2023-11-2-217-226.

4. Долина, Д. С. Эффективность выращивания европейского угря в УЗВ / Д. С. Долина, В. И. Лишко, Е. В. Давыдович // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 4(43). – С. 24-27. – EDN KUOSCF.
5. Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения. – Саратов: Саратовский источник, 2024. – 62 с. – ISBN 978-5-605-19284-8. – EDN YAKREO.
6. Texas Parks and Wildlife Department. Texas State Comprehensive Management Plan for Aquatic Nuisance Species. Appendix C: Rule §57.111 Definitions [Электронный ресурс]. – 2011. – URL: https://westernregionalpanel.org/wp-content/uploads/2022/07/Texas_ANSPlan-2011.pdf (дата обращения: 10.09.2025).