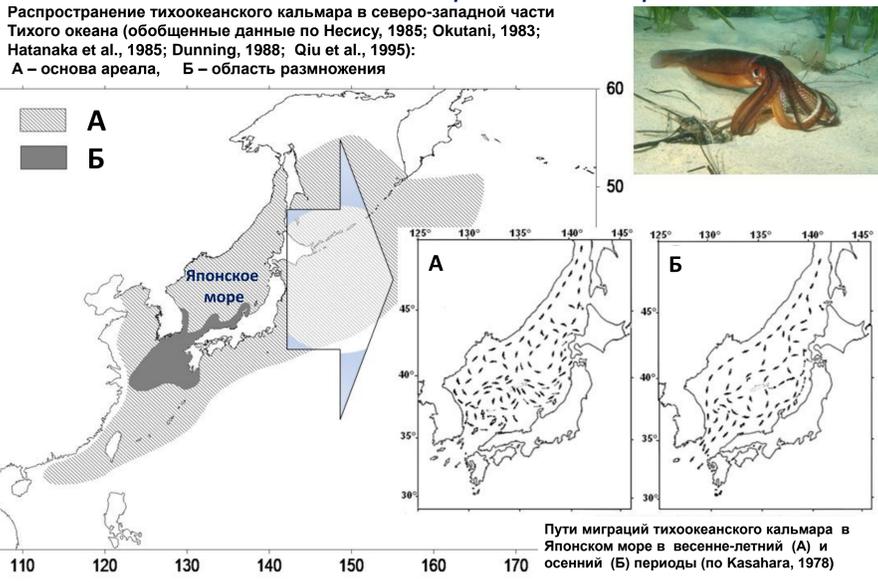


# Гидрологические элементы структуры вод, благоприятные для максимальной концентрации тихоокеанского кальмара в северо-западной части Японского моря по данным спутниковых наблюдений в 2018-2020 гг.

Никитин А. А. \*, Цыпышева И. Л., Мокрин Н. М.  
Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток  
E-mail: [aleksandr.nikitin@tinro-center.ru](mailto:aleksandr.nikitin@tinro-center.ru)\*



**Рис. 1** Ареал обитания Тихоокеанского кальмара в СЗТО и пути миграции тихоокеанского кальмара в Японском море



В последние годы наблюдается выраженная тенденция к сокращению запасов тихоокеанского кальмара (ТК) в тихоокеанском регионе как результат изменения климатического и гидрологического режимов. Изменения гидрологических условий влияют на географию промысла кальмара. Проведено сопоставление районов ярусного (джигерного) промысла ТК (по судовым суточным данным системы ЦСМС Росрыболовства) и элементов гидрологической обстановки, дешифрованных с инфракрасных спутниковых изображений за путину 2018-2020 гг. в Японском море. Использовались данные со спутников AQUA, TERRA (спектрорадиометр MODIS), полученные и обработанные в Центре коллективного пользования Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН (ЦКП). Установлено, что скопления ТК в большинстве случаев приурочены к районам вихревого апвеллинга, где происходит подъем биогенов в верхние слои моря и формируется пищевая база для рыб и ТК. Проверено, что абсолютные значения температуры воды не оказывали существенного влияния на процесс образования скоплений, а лишь лимитировали пространственное распределение ТК.

## Материалы и методика

Основные элементы поверхностной циркуляции Японского моря и СЗТО исследованы с использованием результатов зондирования со спутников AQUA, TERRA (спектрорадиометр MODIS). Данные получены и обработаны в Центре коллективного пользования Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН (ЦКП). Для визуализации пространственного распределения данных использовалась программа Glance2.1. При дешифрировании, проводя коррекцию яркостных порогов снимков по гистограмме, добивались проявления вихревых структур по цвету. При этом наблюдались аномалии состояния морской поверхности, такие, как мезомасштабные вихри и струйные грибовидные течения с вихревым диполем на конце, антициклонические вихри. На показанных картах координаты тралений с максимальным уловом обозначены заштрихованными кружками (улов в тоннах), овалом – районы, где работали несколько судов.

## Результаты

Прежде всего, миграции кальмара в Японском море зависят от интенсивности Цусимского течения и его ветвей, а также Приморского течения, прелятствующего подходу теплых субтропических вод к прибрежной зоне Приморья. При различных термических условиях и динамике вод в северо-западной части Японского моря, наблюдавшихся в период подходов тихоокеанского кальмара на нагул в течение трех лет, происходили изменения в географии промысла и соотношении вылова кальмара по районам. Сопоставление элементов гидрологической обстановки, дешифрованных с инфракрасных спутниковых изображений, с районами промысла позволило установить, что, как правило, лов кальмара ведется при определенных условиях (рис. 3-5).

В конце августа – начале сентября в 2018 г. усилился адвекция субтропических с выходом тропических циклонов в зону Японского моря. Основной район промысла кальмара находился на прибрежном фронте мористее зал. Ольги. Также кальмара ловили на границе основного потока теплых вод (рис. 3). В 2018 г. успешный промысел был и в южной части Татарского пролива при сильном вторжении субтропических вод в него, в 2019 г. такого вторжения не было. Районы промысла кальмара были в мористой части Японского моря. Гидрологические условия в 2020 г. значительно отличались от двух предыдущих лет. Летом интенсивность Приморского течения была велика, а Восточно-Корейского течения – низкой. Районы промысла кальмара были на прибрежном фронте, в зоне взаимодействия теплых и относительно холодных вод.

Во второй половине сентября 2018 г. районы промысла были на прибрежном фронте, в вихревых структурах теплых вод мористее, в антициклоническом вихре вокруг о. Минерона в Татарском проливе (рис. 4). В 2019 г. основной поток мигрирующего на юг кальмара проходил в мористой части, не образуя промысловых скоплений в прибрежье. Основные районы промысла кальмара находились в акватории антициклонических вихрей, образовавшихся в потоках теплых вод на север из центральной части моря. В сентябре 2020 г. также промысел сместился в центральную часть моря. От основного потока Цусимского течения отходила мористая ветвь по 134°E в северном направлении. Районы промысла находились в интрузиях теплых вод при температуре воды 19-21°С.

В первой декаде октября 2018 г. районы промысла кальмара оставались в северной части акватории, лишь во второй половине месяца сместились южнее (рис. 5). В 2019 г. после прохождения тайфуна по региону и при преобладании ветров южных направлений усилились струйные течения в северном направлении при повсеместном снижении температуры поверхности моря. Районы промысла были в вихревых образованиях этих струйных течений. В первой декаде октября 2020 г. районы промысла были в основной струе мористой ветви теплога течения по 134°E.

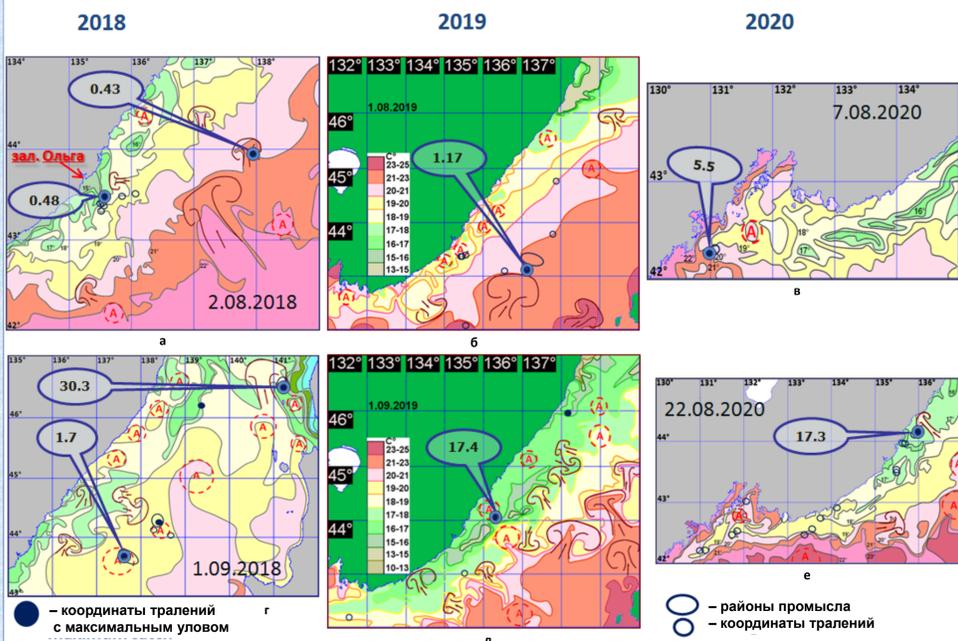
Несмотря на различную географию районов рыбалки, промысловые скопления кальмара находились в одних и тех же гидрологических образованиях, прежде всего, в местах образования антициклонических вихрей и грибовидных течений.

Данная работа выполнялась для накопления статистических данных о нахождении промысловых скоплений ТК в определенной гидрологической структуре для улучшения краткосрочного прогнозирования по спутниковым данным в период путины.

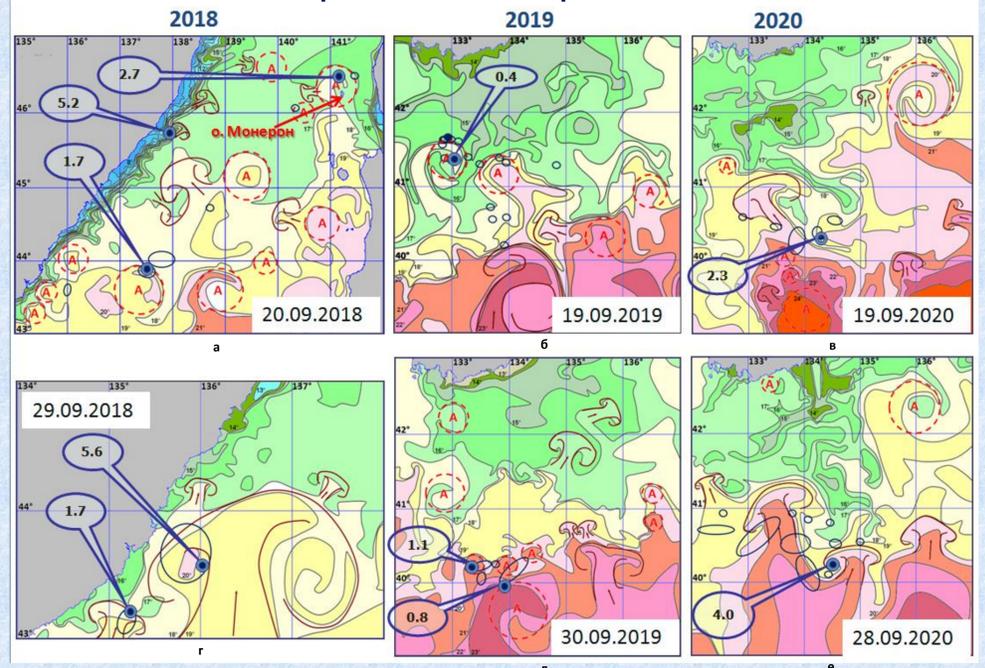
**Рис. 2** Вылов тихоокеанского кальмара в подзоне Приморья на фоне динамики запасов в Японском море в 1980-2020 гг.



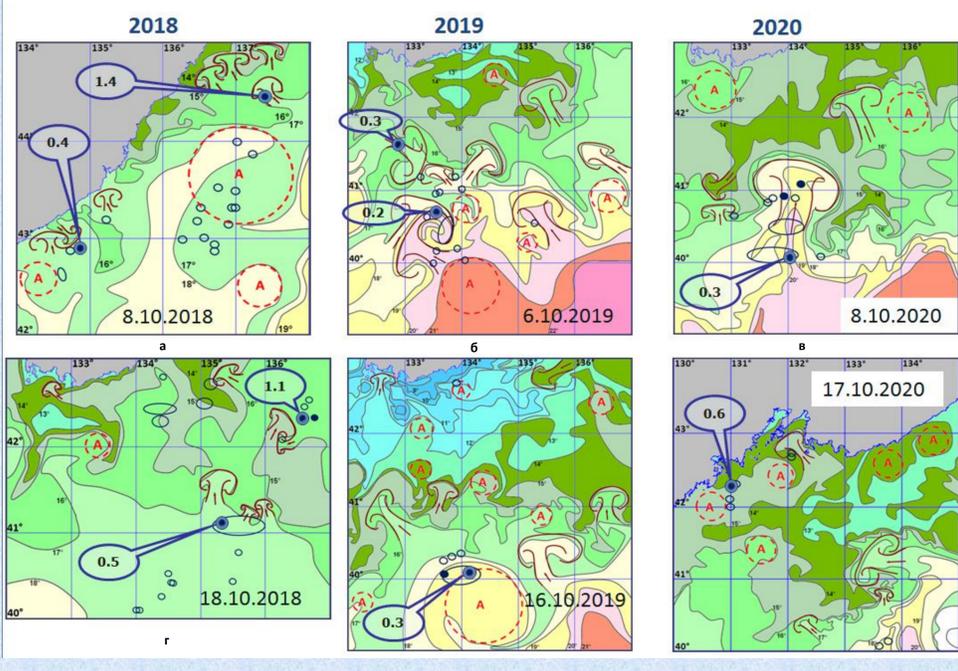
**Рис. 3** Карта-схема температуры поверхности моря с районами вылова кальмара в августе - начале сентября 2018-2020 гг.



**Рис. 4** Карта-схема температуры поверхности моря с районами вылова кальмара во второй половине сентября 2018-2020 гг.



**Рис. 5** Карта-схема температуры поверхности моря с районами вылова кальмара в октябре 2018-2020 гг.



## Выводы:

Крупные уловы тихоокеанского кальмара связаны с нахождением судов на периферии субтропических антициклонических вихрей, граничащих с субарктическими водами;

- если вихрь имеет спиралевидную структуру, то скопления кальмара наблюдались в центре вихря;
- если заток субтропических вод принимал форму грибовидного течения, крупные уловы наблюдались в струе течения и в зоне антициклонического и циклонического завихрения диполя.

Во фронтальной зоне между субтропическими и субарктическими водами районы промысла кальмара находились с теплой стороны фронта.

Температура поверхности моря в районах лова в Японском море изменялась в диапазоне от 12°С до 22°С. При этом абсолютные значения температуры воды не оказывали существенного влияния на процесс образования скоплений, а лишь лимитировали пространственное распределение кальмара.

Сроки прохождения тайфунов по региону косвенным образом влияют на начало нагульной миграции ТК, так как с ними связано увеличение адвекции теплых вод.

