

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 639.2.053.8:551.46.07:629.783(261.74)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА
ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПРОМЫСЛОВОЙ ОБСТАНОВКИ**

В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ

© 2013 г. В. Б. Лукацкий, М. М. Дубищук, Г. Е. Маслянкин

*Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, 236022*

Поступила в редакцию 20.09.2012 г.

Окончательный вариант получен 15.01.2013 г.

С целью уточнения диагнозов промысловой обстановки и более полных оценок её зависимости от изменчивости условий среды сформирована единая промыслово-гидрологическая база данных по району Центрально-Восточной Атлантики. Определены оптимальные значения температуры поверхности океана для формирования промысловых скоплений западноафриканской (*Trachurus trachurus*) и европейской ставриды (*Trachurus trachurus*) в исключительной экономической зоне Марокко и Мавритании. Получены новые информативные количественные характеристики и индикаторы особенностей распределения и миграций промысловых рыб.

Ключевые слова: Центрально-Восточная Атлантика, западноафриканская ставрида, база данных, спутниковые данные, промысловая статистика, термические условия.

ВВЕДЕНИЕ

Район Центрально-Восточной Атлантики является одним из важных для российского промысла. В АтланНИРО изучение биоресурсов этого района ведётся со времени его промыслового освоения. На основе анализа собранных за это время материалов были разработаны методы рыбопромыслового прогнозирования различных пространственно-временных масштабов. Современный этап исследований отличается расширением диапазона изучаемых характеристик, повышением их точности, а также разработкой новых принципов обработки научной информации.

В данной работе изложены используемые подходы к сбору, систематизации и анализу оперативных данных спутниковых наблюдений за температурой поверхности океана (ТПО) и ежедневной промысловой статистики, формированию единой, автоматически обновляемой информационной базы. Основной задачей был поиск и определение новых индикаторов и характеристик распределения и миграций промысловых рыб с целью повышения эффективности краткосрочного прогнозирования и более полного понимания зависимости промысловой обстановки от изменчивости условий среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве исходных материалов использовали следующие данные:

- оперативную промысловую статистику (судовые суточные донесения (ССД) в рамках отраслевой системы мониторинга) с 2005 по 2010 гг.;
- оперативную спутниковую информацию (ежедневные измерения ТПО со спутника «Meteosat-9») за 2005–2010 гг.;
- еженедельные и ежемесячные данные по ТПО (2005–2010 гг.) и сё апомалиям (2005–2010 гг.) в одноградусных квадратах, полученные на сайте объединённой глобальной системы океанических служб (IGOSS);
- рейсовые отчёты научно-исследовательских экспедиций ФГУП «АтлантНИРО» за 2005–2010 гг.;
- оперативные донесения и рейсовые отчёты наблюдателей ФГУП «АтлантНИРО», работавших на российских промысловых судах в 2005–2010 гг.;
- месячные обзоры промысла ФГУП «АтлантНИРО» за 2005–2010 гг.

С 2004 г. в отделе научно-промысловой разведки ФГУП «АтлантНИРО» ведётся систематический мониторинг ТПО по данным открытых интернет-проектов. При этом используется специально разработанное программное обеспечение и методики обработки данных. За прошедшее время создана обширная база данных ежедневных спутниковых измерений, а также сформирован массив оперативной промыслово-статистической информации на основе ССД в рамках отраслевой системы мониторинга.

Данные ТПО с геостационарного спутника «Meteosat-9» (MSG2; www.eumetsat.int), охватывают область земного шара от 60° с.ш. до 60° ю.ш. и от 60° в.д. Информация поступает сразу по всей акватории по стандартным точкам (1201 точка по широте и 1451 точка по долготе), номинальное пространственное разрешение данных составляет 0,1° по долготе и широте. Временная дискретность поступления данных составляет 3 часа: стандартные сроки на 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 и 22 UTC (Coordinated Universal Time). Фактическое покрытие конкретного района данными ТПО во многом зависит от погодных условий (развития облачности), поэтому данные в определенных стандартных точках в некоторые дни и (или) за некоторые стандартные сроки могут отсутствовать.

Высокое пространственное разрешение, частота поступления данных, а также высокая точность измеряемого параметра делает данные с этого спутника основой мониторинга гидрологической ситуации в районе Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА). Ежедневно в процессе оперативной работы по приёму и обработке спутниковой информации для информационного обеспечения промысла ведётся формирование первичной базы данных ТПО по району ЦВА, созданной на основе системы управления реляционными базами данных MS SQL Server.

Для исследования различных характеристик температурного режима в районе ЦВА и их влияния на образование промысловых скоплений основных промысловых видов рыб весь накопленный массив данных был подвергнут комплексной обработке, которая проводилась с помощью прикладных программ, разработанных в отделе научно-промысловой разведки ФГУП «АтлантНИРО». Основной задачей, решаемой в процессе обработки, было объединение различающейся по временной и пространственной дискретности информации (данные по промыслу

и океанологическим условиям) в единый массив, в котором оба вида информации будут доступны для анализа. Для этого район ЦВА в пределах $15^{\circ}00' - 27^{\circ}25'$ с.ш., $14^{\circ}50' - 19^{\circ}25'$ з.д. был разбит на блоки с пространственными границами $0,25^{\circ}$ по долготе и широте. В каждый квадрат в зависимости от полноты покрытия спутниковых данных за сутки попадает от 1 до 9 точек с измерениями ТПО, которые усреднялись с временной дискретностью 1 сут. и на их основе рассчитывался ряд гидрологических показателей (рис. 1 а, б).

Для каждого квадрата рассчитывались следующие гидрологические характеристики: средняя температура (фактическая и с округлением до $0,5^{\circ}\text{C}$), градиент температур (как разница между максимальной и минимальной температурами в данном квадрате с округлением до $0,5^{\circ}\text{C}$) и динамика изменения температуры в сравнении с предыдущими сутками и в среднем за трое предыдущих суток (как разница между текущей средней температурой в квадрате и средней температурой в этом же квадрате за предыдущие сутки и за трое предыдущих суток соответственно).

В дальнейшем для удобства анализа данные были сгруппированы по промысловым подрайонам (в рамках исключительной экономической зоны (ИЭЗ) Марокко и Мавритании), которые были выделены на основе экспертных оценок по итогам многолетних результатов работы промыслового флота в ЦВА (рис. 1 в).

Для каждого промыслового подрайона вычислялись гидрологические характеристики, аналогичные рассчитанным для квадратов. Таким образом, было сформировано два массива данных с температурными параметрами по району ЦВА.

Для данных ССД по району ЦВА за аналогичный период использовалось деление района на квадраты и промысловые участки, такие же, как и при обработке данных по ТПО. Для каждого квадрата и промыслового участка рассчитывался

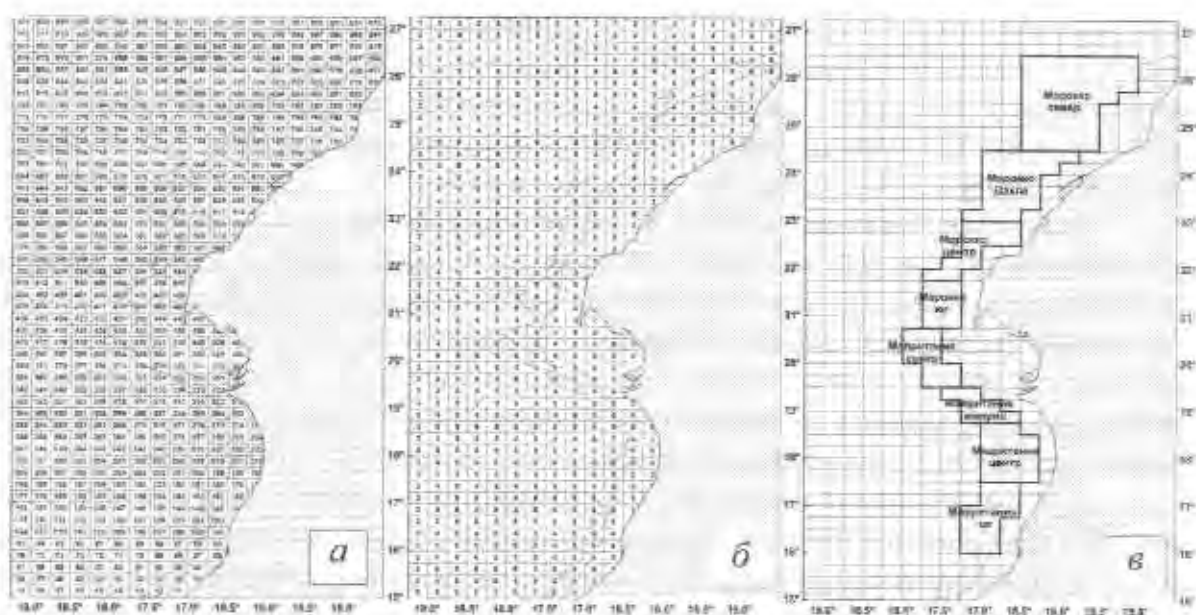


Рис. 1. Схема квадратов (а), средняя наполненность квадратов данными ТПО (б) и промысловые районы (в).

Fig. 1. Scheme of squares (а), mean completeness of SST data in the squares (б), and fishing grounds (в).

ряд промысловых характеристик: количество судов, находящихся на промысле за сутки, с разделением по типам судов; суммарный и средний вылов, полученный судами данного типа в этом квадрате или районе и суммарный вылов с разделением по основным промысловым видам рыб (ставриды, скумбрия, сардина и сардинеллы в тоннах и процентах).

Объединение промысловых данных с данными ТПО проводилось по значимым квадратам, таковым считался квадрат, в котором за сутки на лову находилось хотя бы одно судно. Таким образом, в обобщенном массиве данных мы получили гидрологические характеристики непосредственно на участках работы промыслового флота.

В итоге была сформирована промыслово-гидрологическая база данных по району ЦВА (БД «Пром-Гидро ЦВА») на основе данных спутниковых измерений ТПО и данных по промыслу. Структура базы данных приведена в табл. 1.

С помощью специализированного программного обеспечения база данных оперативно пополняется постоянно поступающей новой информацией.

Важным аспектом выполненной работы является вопрос о корректности данных спутниковых измерений ТПО. С этой целью проводилось сравнение из-

Таблица 1. Структура промыслово-гидрологической базы данных по району ЦВА.
Table 1. Structure of the fishery-hydrological database for CEA.

№	Таблицы БД	Дата	№ квадрата	Район	Средняя ТПО	Градиент ТПО	Изменение ТПО к предыдущим суткам	Изменение ТПО к 3-м предыдущим суткам	Количество судов на лову	Тип судна	Общий вылов	Средний вылов	Общий вылов по видам рыб
1	Гидрология по квадратам	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
2	Гидрология по районам	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
3	Промысловая статистика по квадратам	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
4	Промысловая статистика по районам	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
5	Промыслово-гидрологические данные по квадратам	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
6	Промыслово-гидрологические данные по районам	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Да

мерений ТПО, полученных с геостационарного спутника «Meteosat-9», с прямыми её измерениями, проводившимися во время экспедиции СТМ «АтлантНИРО» в район ЦВА (20°–30° с.ш., 10°–17°30' з.д.) в летние месяцы (июль–август) 2009 г., а также с данными ТПО из системы IGOSS за период с 2005 по 2010 гг.

В результате сравнения прямых измерений ТПО при выполнении гидрологических станций в ходе проведения траловой гидроакустической съёмки СТМ «АтлантНИРО» в районах Марокко и Мавритании летом 2009 г. со значениями ТПО со спутника получены результаты, подтверждающие высокую достоверность спутниковых данных (рис. 2).

Значения прямых измерений ТПО сравнивались с измерениями ТПО со спутника в сроки, близкие ко времени проведения прямого измерения, и в стандартной точке, ближайшей к фактическим координатам гидрологической станции. Сравнение результатов измерений показывает высокий коэффициент детерминации между ними (0,87), что позволяет использовать спутниковые данные для выявления их влияния на особенности распределения и поведения рыбных скоплений.

Также было проведено сравнение данных геостационарного спутника «Meteosat-9» со значениями ТПО из Базы данных IGOSS (по материалам сайта iridl.ldeo.columbia.edu), которая пользуется признанием во всем мире и широко используется в качестве исходных данных в моделях прогноза погоды, а также в прикладной климатологии (рис. 3).

В целом наблюдается высокая степень соответствия сравниваемых рядов данных. Имеющиеся отклонения абсолютных значений ТПО могут быть обусловлены особенностями интерполяции данных в системе IGOSS. Здесь данные интерполируются по узлам регулярной одноградусной сетки с большим временным интервалом (неделя и более), при этом точность интерполяции уменьшается с удалением от экватора.

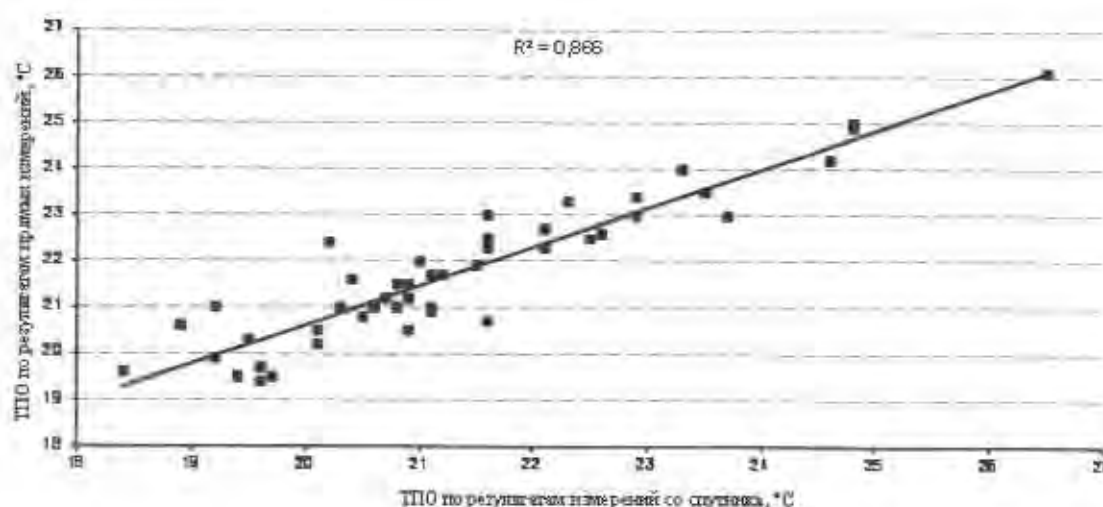


Рис. 2. Корреляция между значениями ТПО, полученными натурным и дистанционным способами измерения.

Fig. 2. Correlation between SST data obtained with the natural and remote measurement methods.

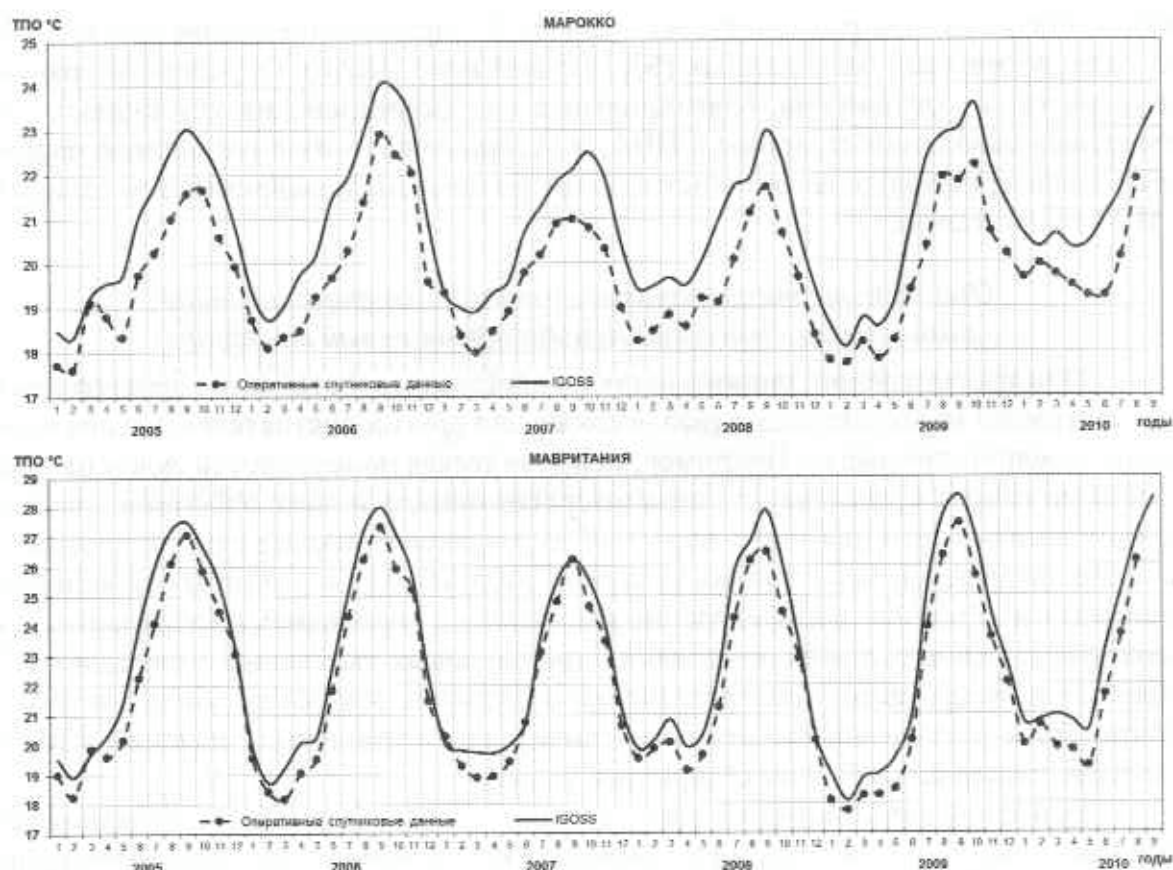


Рис. 3. Сравнение данных ТПО со спутника «Meteosat-9» и из системы IGOSS.

Fig. 3. Comparison of SST data from the satellite «Meteosat-9» and IGOSS system.

По этим причинам ошибка в значениях ТПО, особенно в динамичных районах с большими градиентами температур (к которым, безусловно, относится район Канарского апвеллинга), может превышать $0,5^{\circ}\text{C}$ (по данным: Reynolds, 2002).

Таким образом, показана высокая достоверность используемых спутниковых данных по ТПО и, следовательно, обоснованность выводов и заключений, построенных на результатах анализа этих данных. Выбор района ЦВА для рассмотрения в этой работе обусловлен его важностью для отечественного рыболовства. В дальнейшем апробированные в настоящей работе подходы и методики могут быть применены и к другим районам океана, для которых имеются соответствующие ретроспективные данные.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Современные методы спутникового зондирования и мониторинга условий среды позволяют с достаточно высокой точностью и пространственно-временной дискретностью получать сведения о текущем состоянии ТПО в районах промысла практически в режиме реального времени. Это в комплексе с оперативной промыслово-статистической информацией открывает широкие возможности для получения новых дополнительных данных, позволяющих более полно оценивать характер промысловой обстановки (Филатов, 2005; Лукацкий и др., 2007). В настоящей

работе представлены результаты исследований с применением единой промыслово-гидрологической базы данных (БД «Пром-Гидро ЦВА»). Определяли границы температурных оптимумов, благоприятные для формирования устойчивых промысловых скоплений ставриды в ЦВА, и устанавливали количественные параметры, характеризующие весенне-летнюю миграцию западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании.

Определение температурных оптимумов формирования промысловых скоплений западноафриканской ставриды

При рассмотрении данного вопроса необходимо учитывать характер сезонных миграций массовых видов рыб, а также ряд других обстоятельств, сопутствующих ведению промысла. Например, периодическая пацеленность судов на определённый объект промысла или незаинтересованность и даже избегание участков со скоплениями того или иного вида рыб. В результате анализа единой промыслово-гидрологической базы данных за период 2005–2010 гг. и с учётом особенностей промысла и сезонного распределения рыб удалось определить оптимальные температурные условия для формирования промысловых скоплений ставриды в ИЭЗ Марокко и Мавритании непосредственно в пределах локальных участков работы флота. Была рассчитана ежемесячная динамика оптимальных значений ТПО на участках максимальной доли ставриды в уловах.

Основной промысловый запас ставрид в ЦВА формируют западноафриканская и европейская ставриды. Характер их поведения, условия формирования скоплений (нередко смешанных) представляют сложность при определении оптимума ТПО для этих видов, тем более что в промысловой статистике они не разделяются. Проведённый анализ позволил установить, что индикатором качественного улучшения или ухудшения обстановки является возрастание в уловах количества западноафриканской ставриды. Это наиболее ярко проявляется в ключевые месяцы сезонных миграций этого вида. Для ИЭЗ Мавритании такими периодами являются апрель–июль (при миграции на север) и ноябрь–январь (при обратном отходе рыбы на юг). В водах ИЭЗ Марокко западноафриканская ставрида обычно появляется в конце июня–июле (материалы наблюдателей ФГУП АтлантНИРО в районе ЦВА за 2007, 2010 гг.). Исходя из этого рассчитанный оптимальный температурный режим для промысловых скоплений ставриды в эти периоды можно отнести, прежде всего, к этому виду. В остальное время речь можно вести о смешанных скоплениях европейской и западноафриканской ставриды, а также африканского каранкса (табл. 2). Во второй половине апреля–мае (на начальном этапе весенне-летней миграции) в ИЭЗ Мавритании максимально плотные формирования западноафриканской ставриды отмечались на участках в температурном диапазоне 18,5–20,5°C. Скопления ставриды за все годы наблюдений выходили из ИЭЗ Сенегала всегда впереди фронтального раздела Сенегало-Мавританского термического фронта (СМФ), границами которого считаются ТПО 22–24°C (Домапевский, 1998).

В этот период в уловах присутствует и европейская ставрида, но основу вылова составляет именно западноафриканская. В июне–первой половине июля (по мере сезонного прогрева и миграции рыбы на север) оптимальный температурный диапазон, где встречаются наиболее плотные формирования западноафриканской

Таблица 2. Пределы оптимальных значений ТПО, при которых формируются промысловые скопления ставриды в ИЭЗ Марокко и Мавритании, °C**Table 2.** Limits of the optimal SST values for formation of commercial aggregations of jack mackerel in EEZ of Morocco and Mauritania, °C

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Марокко	Объекты промысла	Европейская ставрида					Западноафриканская ставрида		Европейская и западноафриканская ставриды				
	Диапазон ТПО, °C												
	от	17,0	16,9	16,8	17,0	18,7	19,8	20,7	20,5	20,9	20,5	19,0	18,5
Мавритания	до	19,4	18,5	18,0	18,6	19,7	20,6	21,8	22,5	23,0	22,5	21,5	20,5
	Объекты промысла	Западноафриканская ставрида	Западноафриканская и европейская ставриды		Западноафриканская ставрида				Западноафриканская ставрида и африканский карась создают неустойчивые скопления		Западноафриканская ставрида		
	Диапазон ТПО, °C	от	18,6	18,2	18,0	18,5	19,1	20,1	21,9	23,0		19,0	18,9
	до	20,5	20,0	20,0	20,4	20,5	21,8	22,8	26,5		21,5		21,0

ставриды, максимально широк и составляет 20,0–22,8°C, что вполне объяснимо (в этот период в ИЭЗ Мавритании находится основной запас мигрирующей рыбы (материалы наблюдателей ФГУП АтлантНИРО в районе ЦВА за 2010 г.)). Ставрида по-прежнему предпочитает держаться у северной границы СМФ. С повышением значений ТПО более 22,8°C, что обычно происходит во второй половине июля – августе, западноафриканская ставрида отходит севернее, в ИЭЗ Марокко и значительных промысловых скоплений в ИЭЗ Мавритании не образует (Доманевский, 1998; Лукацкий и др., 2007).

Появление западноафриканской ставриды в июне в ИЭЗ Марокко отмечается при ТПО 19,8–20,6°C, и в этот период суда облавливают смешанные скопления европейской и западноафриканской ставриды. В июле основу уловов составляет уже западноафриканская ставрида с приловом европейской ставриды, что наблюдается преимущественно на участках в температурном диапазоне 20,7–21,8°C (материалы наблюдателей ФГУП АтлантНИРО в районе ЦВА за 2007 г.). В августе–октябре в ИЭЗ

Марокко наиболее полно представлены популяции пелагических видов рыб ЦВА, которые определяют рыбопродуктивность района. Смешение на различных участках и глубинах мигрирующей и местной европейской и западноафриканской ставриды, скумбрии, круглой и плоской сардинеллы и уже вышедшей на доступные промыслу участки сардины усложняет задачу определения оптимальных значений ТПО для отдельных видов.

В конце октября–ноябре западноафриканская ставрида начинает обратную осенне-зимнюю миграцию и вместе с европейской ставридой (в различных соотношениях) представляет основу вылова в ИЭЗ Марокко (материалы наблюдателей ФГУП АтлантНИРО в районе ЦВА за 2006 г.) на участках с ТПО 19,0–21,5°C.

В декабре (с понижением ТПО до 18,5–18,9°C) основная масса западноафриканской ставриды отходит на юг (в ИЭЗ Мавритании), где она распределяется при ТПО 18,6–19,1°C (в тёплые годы до 20,0–21,0°C). Основу вылова в ИЭЗ Марокко в декабре–январе составляет более холоднолюбивая европейская ставрида. В феврале–марте западноафриканская ставрида в основном отходит еще дальше на юг, за пределы ИЭЗ Мавритании, и оптимальные температурные условия в диапазоне 18–20°C можно отнести прежде всего к скоплениям европейской и отчасти к оставшейся в районе Мавритании западноафриканской ставриде. Скопления европейской ставриды на шельфе Мавритании периодически формируются и при ТПО ниже 18°C, но они носят локальный характер и прогнозировать их устойчивость сложно (Лукацкий, Маслянкин, 2010).

Количественная оценка особенностей весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании

Большое значение для оценки промысловой ситуации в ИЭЗ Мавритании имеет определение сроков сезонных миграций западноафриканской ставриды, скорости её перемещения, а также особенностей распределения. Все эти характеристики год от года существенно различаются, имеют свои особенности, которые зачастую не объясняются традиционно применяемым набором оценочных параметров, таких как температурный фон, положение СМФ и некоторых других. Для получения новых характеристик, позволяющих более точно оценивать особенности обстановки в наиболее важные сезоны был проведён комплексный анализ промысла в 2005–2010 гг. В ходе этой работы на основе ежедневных значений ТПО была определена временная изменчивость ТПО в южном подрайоне ИЭЗ Мавритании (рис. 1 в). Для получения более сглаженного ряда и исключения «выбросов» было проведено усреднение ежедневных данных по пятидневкам. В итоге были построены кривые интенсивности и характера изменения ТПО в период апрель–август (рис. 4). В основу графиков положены результаты разницы между значением ТПО в первой пятидневке апреля (принятым за точку отсчёта) и значением ТПО для каждой последующей пятидневки. Полученные графики наглядно показывают характер и особенности изменения весенне-летнего температурного поля для каждого года, выделяют периоды устойчивого повышения ТПО и «возвраты холодов». Угол наклона кривой (величина тренда) характеризует интенсивность прогрева вод. Проведённый анализ показал, что особенности температурного режима в южном подрайоне ИЭЗ Мавритании хорошо согласу-

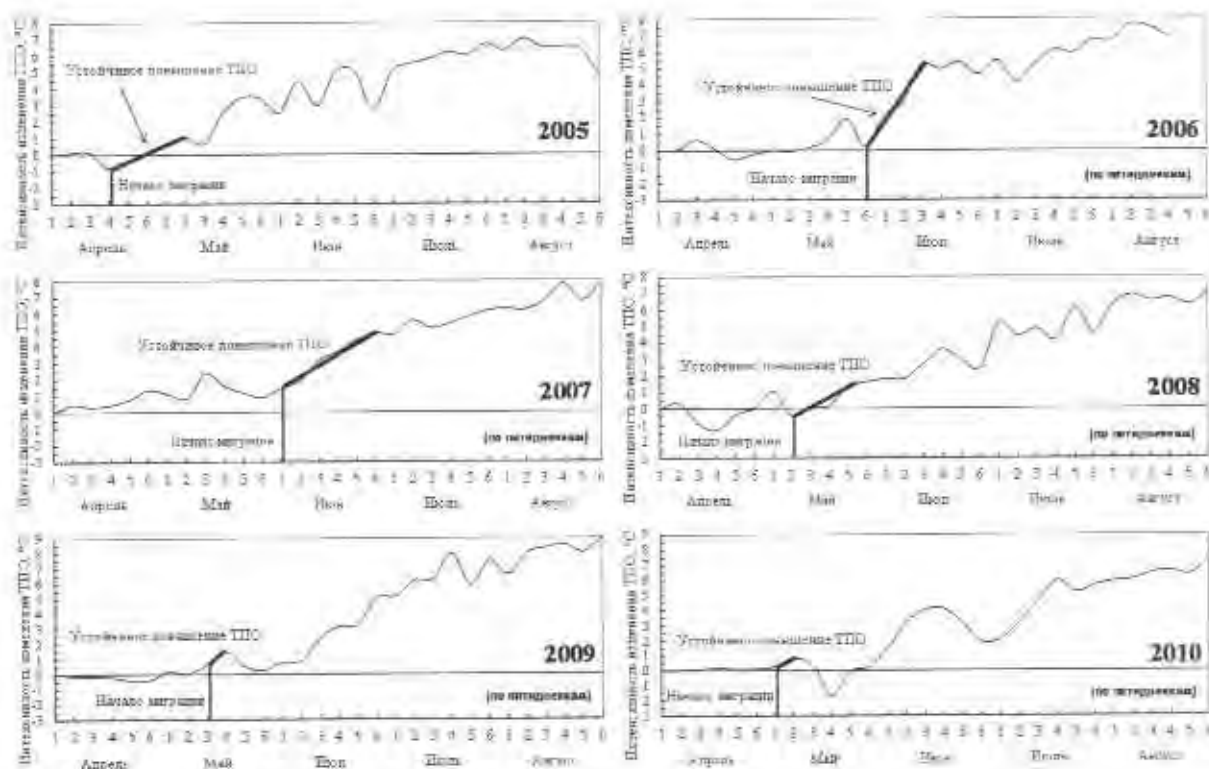


Рис. 4. Развитие термического режима на поверхности в южном подрайоне ИЭЗ Мавритании в апреле–августе 2005–2010 гг. (по пятидневкам).

Fig. 4. Development of the thermal regime at the surface in the southern sub-area of EEZ of Mauritania in April–August 2005–2010 (by 5 days).

ются с особенностями распределения и ходом промысла ставриды в этот период (Лукацкий и др., 2011).

Начало массовой весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании из ИЭЗ Сенегала происходит не только при достижении ТПО интервала оптимальных значений для этого периода (апрель–июнь), но всегда связано с устойчивым её ростом.

Приостановка сезонного повышения ТПО на южном участке ИЭЗ Мавритании приводит к замедлению миграции ставриды в северном направлении и нередко к рассредоточению скоплений и ухудшению обстановки.

Окончание массовой миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании хорошо согласуется с достижением ТПО 22,8–23,0°C на северном участке ИЭЗ Мавритании (рис. 1 в, табл. 2).

Несмотря на эти общие черты, весенне-летним миграциям западноафриканской ставриды в каждом из рассмотренных лет присущи свои особенности.

2005 г. Основной выход западноафриканской ставриды из ИЭЗ Сенегала произошел 20 апреля, в более ранние, чем обычно (15–20 мая), сроки и совпал с устойчивым ростом ТПО в этот период (рис. 4). Ухудшения промысловой обстановки хорошо согласовывались с «возвратами холодов» в начале и середине июня, когда ТПО понижалась на 1,0–1,5°C. Окончанием миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании можно считать 9 июля, когда ТПО в районе работы

флота (на северном участке ИЭЗ Мавритании) превысила $22,5\text{--}22,7^{\circ}\text{C}$ и в уловах стала доминировать сардинелла.

2006 г. Начало массового выхода мигрирующих скоплений западноафриканской ставриды на юге ИЭЗ Мавритании совпало с резким и устойчивым повышением ТПО с 25 мая. Начиная со второй половины июня рост ТПО замедлился, что хорошо отражает практически горизонтальное направление хода кривой на графике (рис. 4). В этот период активная миграция ставриды прекратилась, и промысел стабилизировался на северном участке ИЭЗ Мавритании. В первой половине июля наблюдались спады промысловой обстановки, что хорошо согласуется с «возвратами холодов» в этот период. 26–27 июля ТПО достигла значений, выходящих за пределы оптимальных значений ($23,0\text{--}23,2^{\circ}\text{C}$), что привело к массовому отходу рыбы в ИЭЗ Марокко.

2007 г. Основной сезонный выход западноафриканской ставриды из пределов ИЭЗ Сенегала в район Мавритании начался 2 июня (это несколько позднее среднесноголетних сроков). В этом году миграция начиналась волнообразно. Отдельные выходы скоплений западноафриканской ставриды с юга отмечались в конце апреля и в первой половине мая, что совпадает с пиками кривой хода изменчивости ТПО в эти периоды. В целом миграция западноафриканской ставриды в весне-летний период 2007 г. проходила на фоне отрицательных аномалий ТПО. И хотя промысловая обстановка не отличалась глубокими спадами (была постоянной), но в уловах было много мелкой ставриды. Завершилась миграция 6 августа (позже среднесноголетних сроков).

2008 г. Начало массовой миграции западноафриканской ставриды пришлось на окончание первой декады мая, что согласуется с устойчивым сезонным повышением ТПО в этот период. Значительный рост ТПО в середине июня привел к быстрой миграции ставриды в северном направлении, а понижение ТПО («возврат холодов») в конце месяца способствовало сосредоточению промысла у северной границы ИЭЗ Мавритании. Массовый отход западноафриканской ставриды из пределов ИЭЗ Мавритании отмечен 16 июля, когда ТПО превысила $22,6^{\circ}\text{C}$.

2009 г. На фоне повышения ТПО на юге ИЭЗ Мавритании массовая миграция западноафриканской ставриды началась 14 мая. В начале третьей декады мая в связи с усилением пассатной циркуляции началось выхолаживание (рис. 4). Миграция с юга западноафриканской ставриды замедлилась, обстановка осложнилась. В начале июня сохранялась отрицательная направленность изменения ТПО и промысловая обстановка была неустойчивой. Во второй половине июня ТПО повысилась почти на 2°C , что стало стимулом для активизации миграции рыбных скоплений, промысел стал быстро смещаться в северном направлении. В начале июля на участке вблизи северной границы с ИЭЗ Марокко промысловая обстановка стабилизировалась. Окончание миграции западноафриканской ставриды через ИЭЗ Мавритании зафиксировано 16 июля – в сроки, близкие к среднесноголетним (15–20 июля).

2010 г. Повышенный температурный фон поверхностных вод на протяжении практически всей зимы и большей части весны привел к нетипичному развитию промысловой ситуации: значительные скопления западноафриканской ставриды практически перезимовали в водах Мавритании и на севере ИЭЗ Сенегала, не сместившись, как обычно, в ИЭЗ Гвинеи-Бисау. Тем не менее в конце

апреля–первой половине мая в характере поведения ставриды стала отмечаться тенденция обычного для весенне-летнего сезона смещения в генеральном северном направлении. Начало миграции западноафриканской ставриды было определено 2 мая. Благодаря воздействию пассата, активизации апвеллинга во второй половине мая и особенно в июне–начале июля на шельфе сформировались температурные градиентные зоны, обусловленные взаимодействием холодных вод апвеллинга с затоками тёплых океанических вод открытой части океана. Все это способствовало задержке рыбы в пределах ИЭЗ Мавритании и высокому уровню промысловой обстановки. В конце первой декады июля с резким повышением ТПО промысловая обстановка постепенно начала осложняться. Это выражалось как в уменьшении суточных уловов, так и в постепенном ухудшении их видового состава (увеличение доли сардинеллы и тропических малоценных видов за счёт уменьшения ставриды), что свидетельствовало об активной миграции западноафриканской ставриды из ИЭЗ Мавритании далее на север, которая завершилась 14 июля.

Таким образом, в результате выполненной работы удалось получить новые количественные характеристики особенностей весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в 2005–2010 гг. (табл. 3). Наиболее успешными для про-

Таблица 3. Количественные характеристики весенне-летней миграции западноафриканской ставриды через ИЭЗ Мавритании.

Table 3. Quantitative characteristics of the spring-summer migration of jack mackerel across EEZ of Mauritania.

Год	Начало миграции ставриды (дата)	ТПО начала миграции западно-африканской ставриды в ИЭЗ Мавритании, °С	Окончание миграции (дата)	Продолжительность миграции, сут.	Скорость миграции, мили/сут.*	ТПО завершения миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании, °С	Показатели промысла (за период миграции)	
							Улов РТМКС/РТМКСм с/с лова, т	Доля ставриды/скумбрии/ сардинеллы, %
2005	20.04	19,6	9.07	81	3,9	22,7	76,4/92,1	66/9/8
2006	25.05	20,4	27.07	64	5,0	23,2	62,4/-	55/4/12
2007	02.06	20,7	06.08	66	4,8	22,6	69,5/93,6	34/21/31
2008	10.05	20,2	16.07	68	4,7	22,6	50,6/86,8	62/15/18
2009	14.05	19,7	16.07	64	5,0	23,2	51,6/91,3	55/14/26
2010	02.05	20,7	14.07	74	4,3	22,9	68,3/109,0	71/11/7

Примечание: *скорость рассчитана исходя из протяжённости шельфа Мавритании (317 морских миль) и продолжительности весенне-летней миграции (в сутках).

Note: * the velocity is calculated on the basis of the shelf length in Mauritania (317 n.miles) and duration of the spring-summer migration (in days).

мысла были 2005 и 2010 гг. При достаточно высокой производительности лова скорость миграции западноафриканской ставриды была наименьшей за весь период наблюдений. Напротив, в 2006–2007 гг. начав миграцию в более поздние сроки, рыба быстро прошла район Мавритании, при этом производительность промысла была ниже.

Несмотря на небольшой ряд лет, всё же удалось выявить некоторые предварительные закономерности. Так, при более ранних сроках начала миграции ставрида обычно медленнее проходит воды Мавритании и, по-видимому, формирует более плотные и устойчивые скопления, в этом случае производительность судов и доля ставриды в уловах выше.

ВЫВОДЫ

1. На основе данных спутниковых измерений ТПО и промысловой статистики (ССД) сформирована единая промыслово-гидрологическая база данных (БД «Пром-Гидро ЦВА») по району ЦВА.

2. Определены оптимальные значения ТПО, при которых формируются устойчивые промысловые скопления западноафриканской и европейской ставриды в различные сезоны года в ИЭЗ Марокко и Мавритании.

3. Получены новые информативные количественные характеристики и индикаторы особенностей распределения и миграций промысловых рыб, позволяющие более широко и точно диагностировать промысловую обстановку и оценивать перспективы её развития в зависимости от условий среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Доманевский Л. Н. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центрально-Восточной Атлантики: монография. Калининград: АтлантНИРО, 1998. 196 с.

Лукацкий В. Б., Дубицук М. М., Маслянкин Г. Е. Мониторинг условий среды при помощи современных методов оперативного спутникового зондирования и особенности распределения основных объектов промысла в зависимости от термических условий в ЦВА // Матер. XV конф. по промысловой океанологии. Калининград: АтлантНИРО, 2011. С. 169–172.

Лукацкий В. Б., Маслянкин Г. Е. Методическое пособие по краткосрочному прогнозированию промысла в Центрально-Восточной Атлантике. Калининград: АтлантНИРО, 2010. 42 с.

Лукацкий В. Б., Маслянкин Г. Е., Сыс М. М. Методические подходы к прогнозированию промысловой обстановки в Центрально-Восточной Атлантике на примере исключительной экономической зоны Мавритании // Вопр. рыболовства. 2007. Т. 8. №2 (30). С. 274–286.

Филатов В. Н. Использование океанографической информации в прогнозах и научном обеспечении сайрового промысла // Матер. XIII конф. по промысловой океанологии. Калининград: АтлантНИРО, 2005. С. 283–285.

Reynolds R. W., Rayner N. A., Smith T. M. et al. An Improved In Situ and Satellite SST Analysis for Climate // J. Climate. 2002. V. 15. P. 1609–1625.

**APPLICATION OF THE DATA OF THE THERMAL CONDITIONS SATELLITE
MONITORING IN ASSESSMENT AND PREDICTION OF THE FISHERY
CONDITIONS IN THE CENTRAL-EASTERN ATLANTIC OCEAN**

© 2013 y. V.B. Lukatskiy, M.M. Dubischuk, G.E. Maslyankin

*Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries
and Oceanography, Kaliningrad, 236022*

The uniform data base of fishery and hydrological data (DB "Prom-Hydro CEA") for CEA has been created for the purpose of precise diagnostics of the fishing conditions and more precise assessment of the relationship with environment conditions variability. The optimal SST values for formation of commercial aggregations of jack mackerel (*Trachurus trecae*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in EEZ of Morocco and Mauritania were found. The new informational quantitative characteristics and indicators of commercial fishes distribution and migration peculiarities were obtained.

Keywords: the central-eastern atlantic ocean, jack mackerel, database, satellite data, fishery statistics, thermal conditions.