

УДК 639.2 (261.77)+639.2.053.8

**Особенности распределения и промысла  
западноафриканской ставриды (*Trachurus trecae*)  
в районе Мавритании в весенне-летний период***В.Б.Лукацкий, М.М.Дубицук, А.А.Вафиев*

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «АтлантНИРО»), г. Калининград  
e-mail: anklavonpr@gmail.com

Плотность скоплений промысловых рыб и видовой состав уловов в районе Мавритании подвержены существенной сезонной изменчивости. При этом наибольшее промысловое значение принаследует ставридам, особенно западноафриканской, как наиболее ценной с коммерческой точки зрения. В основу работы положены данные промысловой статистики и гидрологическая информация, полученная с помощью спутникового зондирования океана. С применением специально разработанного программного обеспечения проведён комплексный анализ условий среды и результатов работы отечественного флота за последнее десятилетие в апреле — июле. Это наиболее важный для промысла период, на который приходится до 60—70 % годового объёма вылова. Были определены среднемноголетние сроки начала (9 мая) и окончания (16 июля) массовой весенне-летней миграции, а также средняя продолжительность нахождения основных скоплений западноафриканской ставриды в районе Мавритании (69 суток). Показано, что в начале июня — первой половине июля на северном участке Мавритании происходит замедление скорости весенне-летней миграции западноафриканской ставриды, поэтому этот участок имеет основное промысловое значение по объёмам вылова. При этом статистически установлено, что на сроки и продолжительность миграции большое влияние оказывает температурный режим вод в зоне Сенегала и на южном участке Мавритании. На основе метода множественной пошаговой регрессии предложен подход к прогнозированию сроков начала и продолжительности весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в водах Мавритании. Предлагаемая методика на практике показала достаточно высокую оправдываемость прогнозов и может применяться для подготовки краткосрочных прогнозов и рекомендаций российскому рыболовному флоту.

**Ключевые слова:** западноафриканская ставрида, *Trachurus trecae*, Мавритания, рыболовный промысел, миграции, прогноз.

**ВВЕДЕНИЕ**

Пелагический траловый промысел в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) Мавритании возможен практически круглогодично. Вместе с тем, плотность скоплений промысловых рыб и видовой состав уловов подвержены существенной сезонной изменчивости [До-

маневский, 1998; Тимошенко, 2010]. Основные промысловые виды рыб — европейская *Trachurus trachurus* (L., 1758) и западноафриканская *Trachurus trecae* Cadenat, 1950 ставриды, круглая *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 и плоская *Sardinella maderensis* (Lowe, 1838) сардинеллы, восточная скумбрия *Scomber*

*japonicus* Houttuyn, 1782 — при благоприятных термических условиях большую часть года находятся в ИЭЗ Мавритании, а в случаях, когда температурные условия неблагоприятны, рыба достаточно быстро мигрирует через воды Мавритании и уходит в смежные районы [Лукацкий и др., 2007]. Особенностью характера промысла в ИЭЗ Мавритании является то, что из пелагических рыб наибольшее значение принадлежит ставридам, особенно западноафриканской, как наиболее ценной с коммерческой точки зрения [Лукацкий, Маслянкин, 2004]. Поэтому основная стратегия ведения промысла в этом районе заключается в максимальной концентрации промысловых усилий на облове ставрид. Именно успешность их промысла является главным критерием оценки результатов работы флота в этом районе. Оптимальным для промысла в ИЭЗ Мавритании, и прежде всего для промысла западноафриканской ставриды, является период с мая по июль, то есть, период её весенне-летней миграции [Промысловое описание..., 2013].

Основная цель данной работы — обобщить и проанализировать особенности поведения и распределения ставриды, результаты работы отечественного флота в ИЭЗ Мавритании за последнее десятилетие в наиболее важный для промысла период.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена с использованием следующих материалов и методов.

Анализ работы флота за период 2005–2015 гг. выполнен на основе промысло-статистической информации, которая формируется из суточных судовых донесений с промысла (ССД) поступающих в информационный узел ФГБНУ «АтланНИРО» в рамках отраслевой системы мониторинга за работой судов в море [Дубищук, Лукацкий, 2013]. Поступающие ССД проходят специализированную обработку, выполняется тестирование на возможные ошибки и их исправление, дополнение вспомогательной информацией на основе сопутствующих баз данных, преобразование информации в запатентованную структуру промысло-статистической базы данных отдела научно-промышленной разведки. После обработки данные загружаются на сервер

и хранятся в формате СУБД MySQL Server. Работа с данными осуществляется с помощью интерактивной системы на базе интернет-технологий, разработанной с помощью языка программирования PHP [Дубищук и др., 2013]. Система позволяет выполнять выборку данных, подготавливать сводные таблицы промыслового-статистических показателей определённой структуры и предоставлять графическую информацию (карты и диаграммы) о деятельности отечественного рыболовного флота за указанный промежуток времени, по заданному участку и отдельным промысловым объектам. Всего обработано 39595 записей базы данных.

Для уточнения промысловой информации в виде ССД, которая имеет существенные ограничения (указываются обобщённые за сутки параметры промысла — общий вылов, видовой состав уловов и т. д., координаты судна указываются один раз в сутки на определённый час) использовались данные спутникового контроля позиций промысловых судов из отраслевой системы мониторинга (ОСМ) за работой судов в море. Для этих целей использовалась база данных восстановленных позиций тралений промысловых судов, которая содержит информацию о времени и координатах тралений, глубине места траления и равномерно распределённом видовом составе уловов из ССД [Дубищук, Лукацкий, 2015]. Всего проанализировано 75652 записей базы данных.

Анализ межгодового распределения промысла выполнен с помощью специализированного модуля разработанного на языке программирования C#, который позволяет рассчитывать повторяемость промысла по 0,1 градусным квадратам на заданной акватории по формуле (1):

$$\rho_j = \sum_{i=2005}^{2015} S_{i,j}, \quad (1)$$

где  $\rho_j$  — повторяемость промысла в 0,1 градусном квадрате  $j$ ;  $S_i, j$  — судо-сутки промысла в 0,1 градусном квадрате  $j$  в году  $i$ .

Для анализа условий среды использованы данные температуры поверхности океана (ТПО) поступающие с европейского метеорологического геостационарного спутника Meteosat-9. Эти данные охватывают область Земного шара от  $60^\circ$  с. ш. до  $60^\circ$  ю. ш., и от

60° в. д. до 60° з. д., информация поступает сразу по всей акватории по стандартным точкам (1201 точек по широте и 1451 точек по долготе), номинальное пространственное разрешение данных составляет 0,1° по долготе и широте. Временная дискретность поступления данных составляет 1 час. Фактическое покрытие конкретного района данными ТПО во многом зависит от погодных условий, в частности, от развития облачности, поэтому данные в определённых стандартных точках в некоторые дни или в некоторые стандартные сроки могут отсутствовать [Лукацкий и др., 2013]. Сформирована база данных спутниковых измерений ТПО по районам Марокко и Мавритании, реализованная в среде СУБД MS SQL Server. Выборка и анализ данных осуществляется с помощью специализированного клиент-серверного приложения. В процессе формирования матрицы предикторов было обработано 105,8 млн. записей значений ТПО.

В качестве комплексного источника информации по условиям среды и промысловым показателям использовалась промысловогидрологическая база данных (БД «Пром-Гидро ЦВА») по району ЦВА в ИЭЗ Марокко и Мавритании [Дубищук и др., 2012]. База данных состоит из нескольких взаимосвязанных массивов данных, содержащих структурированную и специальным образом обработанную информацию о ТПО, получающую с геостационарного спутника Meteosat-9 и промысловой статистики в виде ССД. База данных сформирована таким образом, что мониторинг промысла и условий среды для районов промысла (ИЭЗ Марокко и Мавритании) ведётся как на основе квадратов с пространственными границами 0,25° по долготе и широте, так и по промысловым подрайонам, которые были выделены на основе особенностей океанологических условий и промысла в каждом из них. Для каждой единицы мониторинга в базе данных с суточной дискретностью рассчитаны океанологические и промыслово-статистические характеристики. Отличительной особенностью базы данных является возможность отслеживать оперативную информацию по температурному режиму непосредственно в пределах локальных участков работы промыслового флота. Подобным образом сфор-

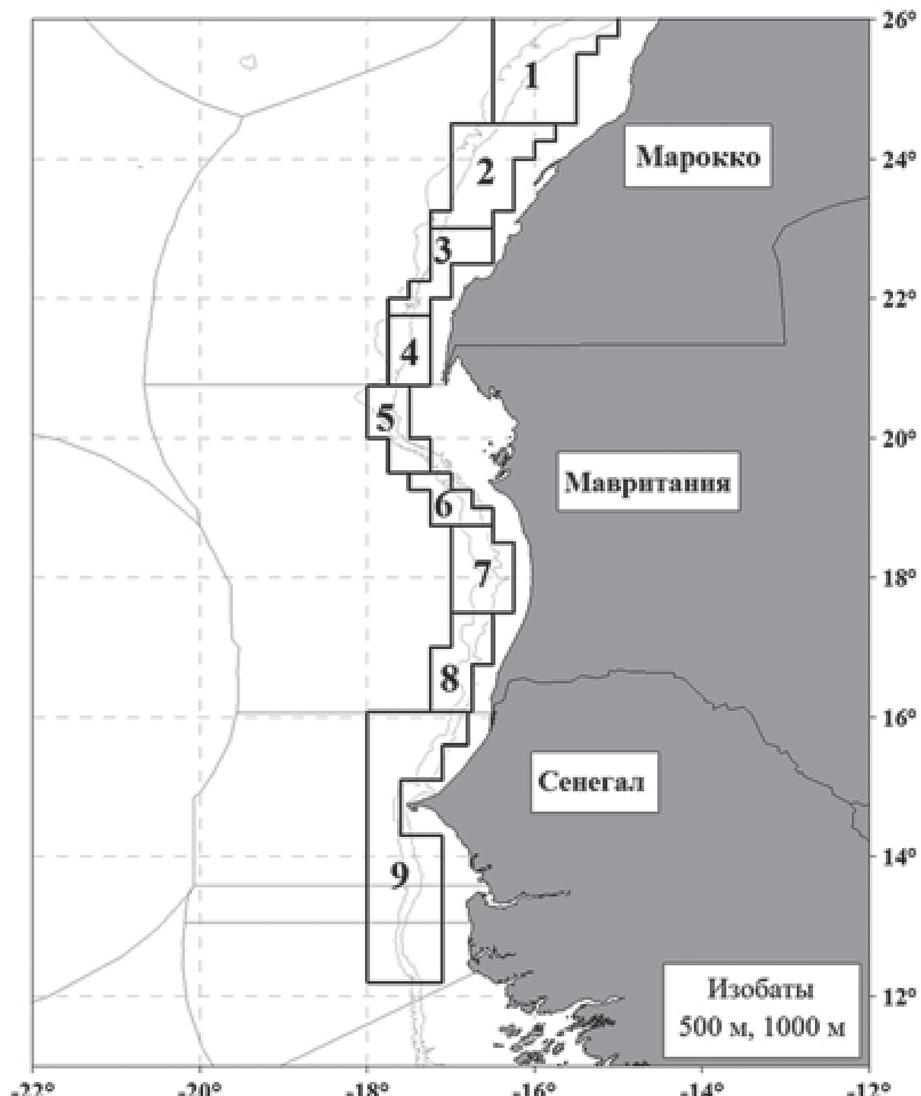
мированные данные позволили провести углублённый, детальный и, главное, комплексный анализ данных промысловой статистики и условий среды [Дубищук, Лукацкий, 2014]. Всего проанализировано 14164 записей базы данных.

Для расчёта прогноза сроков весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании использовался пакет программ математической статистики StatSoft Statistica 6 и был применён метод множественной пошаговой регрессии (модуль Multiple Regression) [StatSoft, Inc., 2001]. Зависимой переменной выступала дата начала весенне-летней миграции западноафриканской ставриды, выраженная в количестве дней с начала года. В качестве предикторов были использованы значения ТПО по участкам, осреднённые с 10-ти дневным интервалом за период с марта по май 2005–2015 гг. (рис. 1).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее востребованные промыслом пелагические рыбы ЦВА — западноафриканская ставрида и сопутствующая ей скумбрия совершают сезонные миграции вдоль западноафриканского побережья перемещаясь между зонами нескольких прибрежных стран [Промысловое описание..., 2013; Лукацкий, Дубищук, 2014]. Из-за сезонных особенностей их распределения хорошо выделяются оптимальные периоды промысла в каждом районе (рис. 2).

Район Мавритании является транзитным и реверсным в миграционном потоке. Характер промысла в этом районе более сложный и динамичный, чем в смежных районах, что связано с ярко выраженной сезонной и межгодовой изменчивостью гидрологических условий [Промысловое описание..., 2013]. Оптимальным периодом для работы флота является май–июль, когда промысел базируется на облове западноафриканской ставриды, скумбрии и сардинеллы, которые совершают сезонную весенне-летнюю миграцию в северном направлении. В ноябре — январе также возможен достаточно эффективный облов скоплений этих же рыб, совершающих обратную осенне-зимнюю миграцию на юг. Сроки указанных сезонных миграций в каждом году нередко существенно отличаются от среднемноголетних. Так, в условиях повышенного



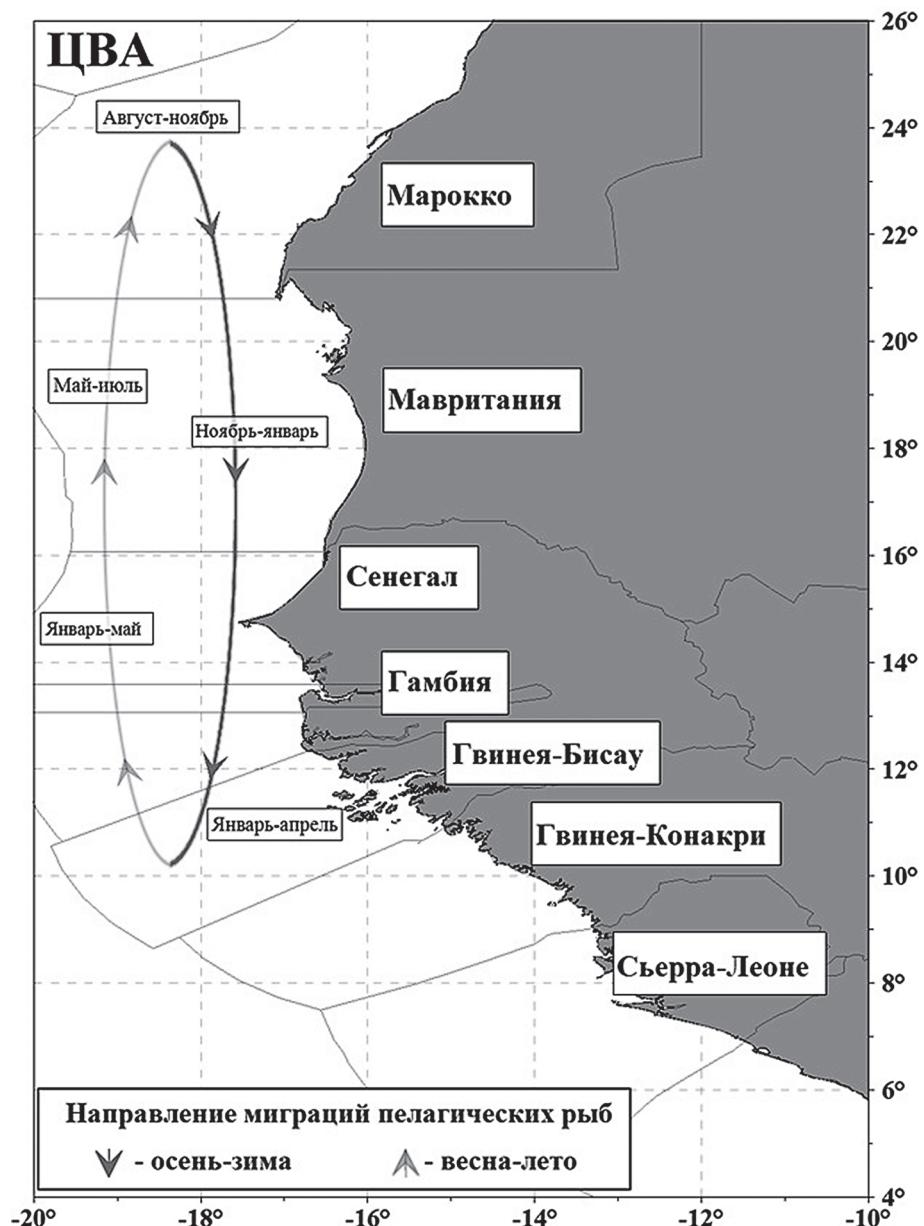
**Рис. 1.** Участки осреднения ТПО для матрицы предикторов:  
 1 – Марокко Север, 2 – Марокко Дахла, 3 – Марокко Центр, 4 – Марокко Юг, 5 – Мавритания Север,  
 6 – Мавритания Тимирис, 7 – Мавритания Центр, 8 – Мавритания Юг, 9 – Сенегал

термического фона вод начало весенней миграции и выход формирований западноафриканской ставриды в пределы ИЭЗ Мавритании, как будет показано ниже, происходит на 2–3 недели раньше обычного. Исходя из этого, с целью полного охвата и анализа промысла, для данной работы выбран период с апреля по июль — весь возможный период нахождения промысловых скоплений в водах Мавритании во время весенне-летней миграции.

**Анализ работы флота.** По данным промысловой статистики годовые выловы ставри-

ды российскими рыболовными судами в ИЭЗ Мавритании в 2005–2015 гг. колебались в пределах 20–50 тыс. т, при этом на апрель–июль приходится до 60–70% этого объёма (рис. 3), что позволяет утверждать — именно эти четыре месяца во внутригодовом цикле являются наиболее эффективными для работы флота в ИЭЗ Мавритании. В этот период скопления формируются обычно крупной западноафриканской ставридой, имеющей наиболее высокую рыночную стоимость.

В ряду рассматриваемых лет выделяются три года наиболее успешной работы промы-



**Рис. 2.** Схема сезонных миграций западноафриканской ставриды и оптимальные периоды её промысла на шельфах государств Северо-Западной Африки

слового флота в миграционный период. Это 2010 и 2015 гг., когда была зафиксирована наибольшая производительность лова ставриды (рис. 4А и 4Б).

В период весенне-летней миграции апрель и июль являются пограничными месяцами (апрель — начало миграции, июль — её окончание) и в эти месяцы ситуация на промысле год от года может особенно резко отличаться. Так, при ранних сроках начала миграции обста-

новка в апреле может быть весьма устойчивой. При сроках миграции, близких к среднемноголетним или более поздних, обстановка в апреле обычно бывает исключительно слабой. Это связано с тем, что основные скопления европейской ставриды и разноразмерной скумбрии, составляющие основу сырьевой базы в феврале—апреле, могут уже отойти в район Марокко, а замещающая их на юге ИЭЗ Мавритании западноафриканская ставрида и крупная

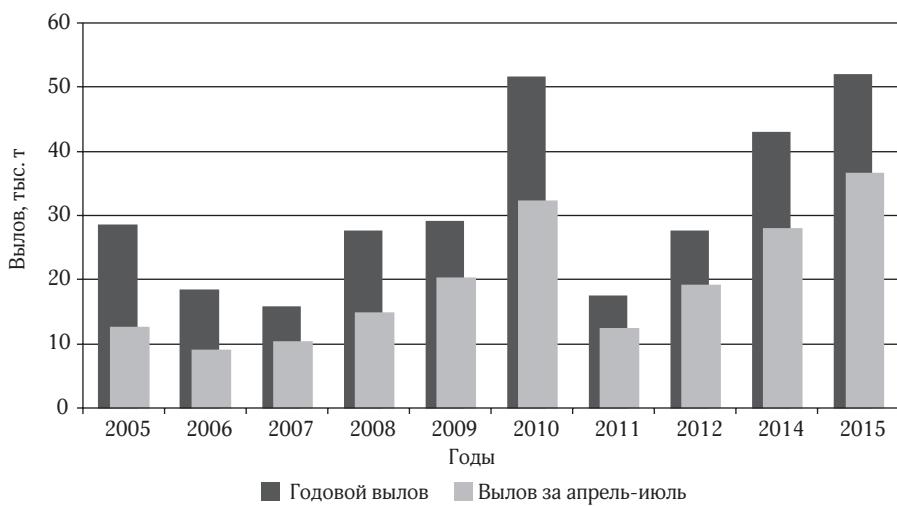


Рис. 3. Вылов ставрид за год и за период весенне-летней миграции в ИЭЗ Мавритании в 2005–2015 гг.

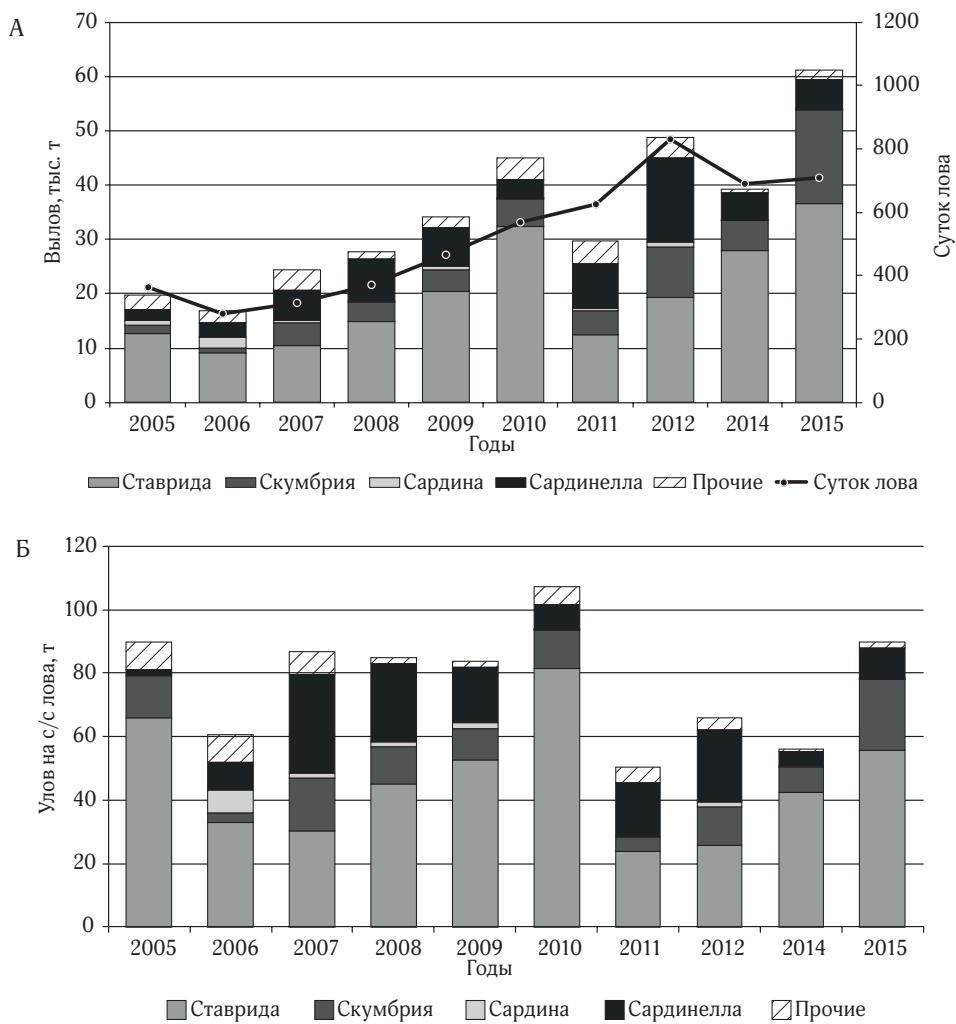


Рис. 4. Общий вылов (А) и производительность лова (Б) РТМКСм в ИЭЗ Мавритании за апрель-июль 2005–2015 гг.

мигрирующая скумбрия из зоны Сенегала ещё массово не подойдёт в район.

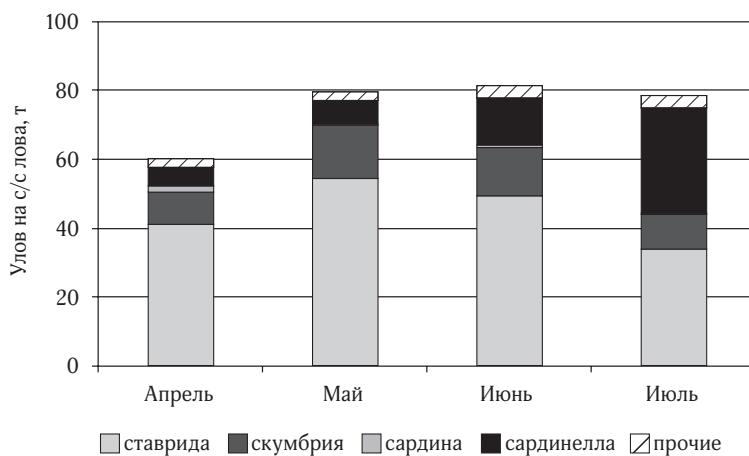
Характер миграции ставриды и скумбрии на её ранних этапах часто бывает сложным. Основная масса рыб в это время распределяется вблизи границы ИЭЗ Мавритании и Сенегала и при короткопериодных изменениях гидрологических условий могут смещаться в том или ином направлении. Например, адвекция тёплых вод с юга может приводить к локальным (на 2–3 дня) выходам промысловых скоплений западноафриканской ставриды на юг Мавритании, а при усиении пассата рыба опять отходит в Сенегал. Все это предопределяет сложную промысловую обстановку в апреле и трудности в её прогнозировании.

Такая же ситуация, но с другим знаком, наблюдается в июле. В первой половине месяца, как правило, сохраняется высокая производительность лова на севере района, на промысле западноафриканской ставриды и скумбрии, завершающих миграцию в водах Мавритании. Во второй половине месяца, с отходом рыбы в воды Марокко, обстановка резко ухудшается. Высокие промыслово-статистические показатели работы флота в среднем за июль в большинстве случаев отражают ситуацию первой половины месяца, т. к. во второй половине июля значительная часть флота уходила из района в связи с резким ухудшением обстановки. В других случаях производительность в этот период поддерживалась за счёт облова

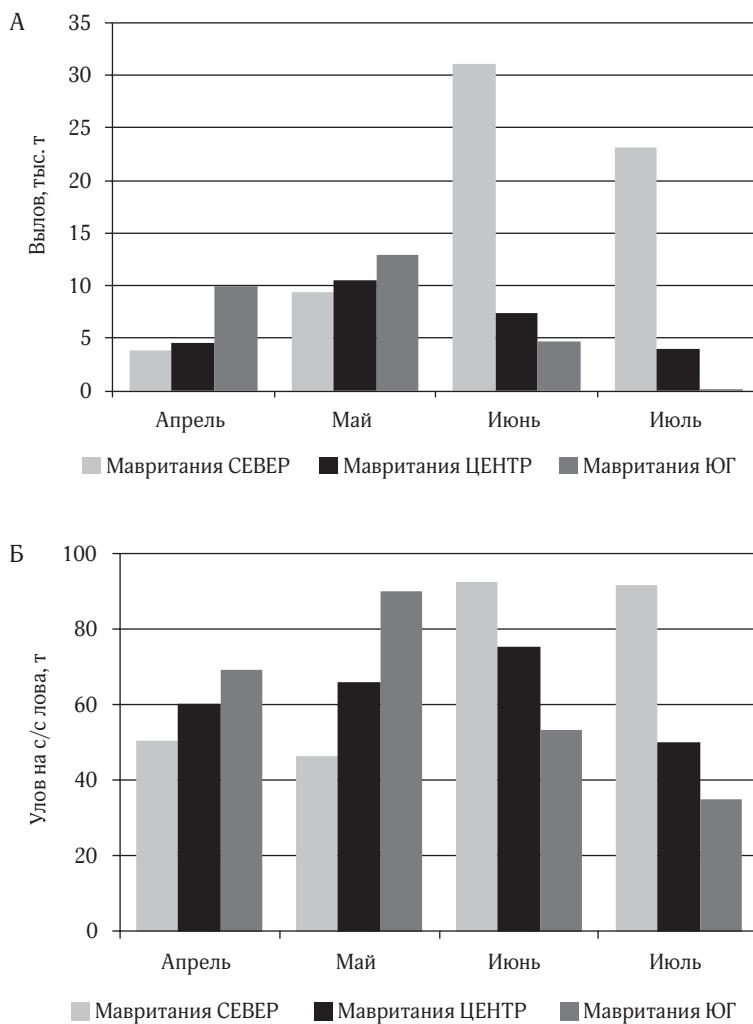
сардинеллы, доли которой в уловах во второй половине июля значительно возрастает. Однако, при благоприятных гидрологических условиях миграция ставриды и скумбрии на север может проходить медленнее и часть рыбных формирований дольше обычного задерживается в районе. Подобная ситуация сложилась в июле–октябре 2014 г., когда весь этот период флот достаточно успешно вёл промысел скумбрии.

Максимально устойчивая обстановка на промысле в водах Мавритании отмечается в мае–июне. В эти месяцы в районе находятся основные массовые формирования западноафриканской ставриды и крупной скумбрии, постепенно мигрирующие в генеральном северном направлении. В этот период зафиксирована максимальная производительность промысла и оптимальный видовой состав уловов (рис. 5).

При анализе работы флота по участкам промысла, хорошо видно, что в апреле наибольшие выловы приходятся на юг района, в мае шельф Мавритании используется, хотя и более равномерно, но с заметным преобладанием вылова на южных и центральных участках, а в июне–июле основной промысел сосредоточивается, главным образом, на севере района, а значение более южных участков резко снижается (рис. 6 А). Также достаточно характерно миграционный процесс иллюстрируется и производительностью промысла (рис. 6 Б).



**Рис. 5.** Среднемноголетняя производительность лова РТМКСм в ИЭЗ Мавритании (осреднённые данные за 2005–2015 гг.)



**Рис. 6.** Общий среднемноголетний вылов (А) и улов на с/с лова РТМКС (Б) по подрайонам в ИЭЗ Мавритании в апреле—июле (осредненные данные за 2005–2015 гг.)

В апреле и мае с началом миграции западноафриканской ставриды из пределов Сенегала максимальные уловы на усилие отмечаются на юге района. Затем, в июне-июле с продвижением скоплений в северном направлении, наиболее продуктивными становятся северные и отчасти центральные участки, а юг Мавритании практически утрачивает своё промысловое значение.

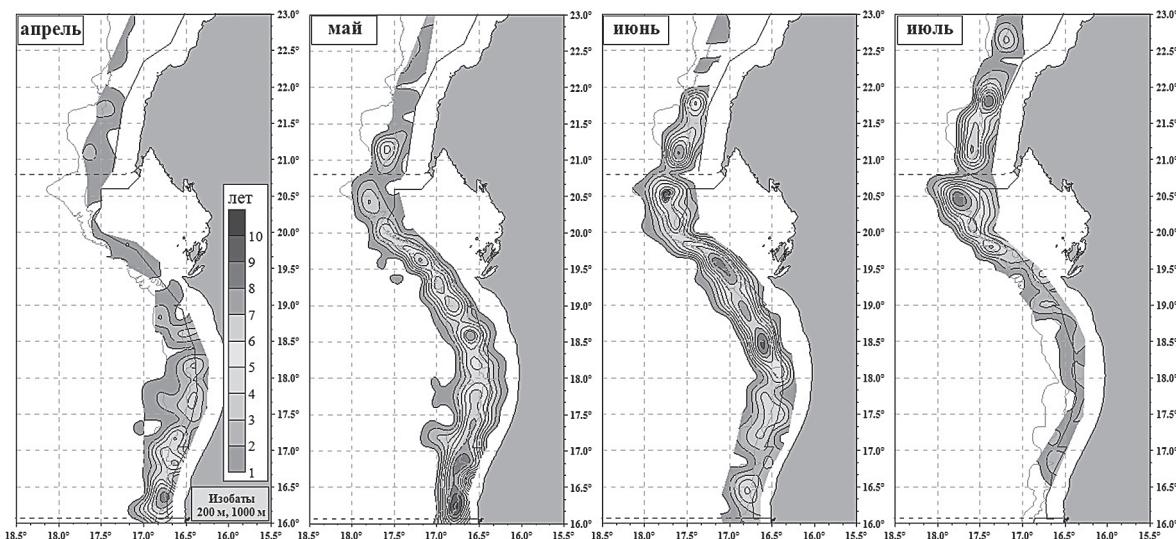
В целом, в анализируемый период (апрель — июль) основной вылов флот получает на северных участках, на южных и центральных величина вылова заметно меньше. Вероятно, это связано с особенностями миграции рыбы. Южную и центральную часть района Мавритании мигрирующая рыба проходит от-

носительно быстро. Основная масса скоплений, достигая в первой половине июня мыса Кап-Блан (на севере Мавритании) — района активной апвеллинговой деятельности, снижает скорость миграции. Устойчивые температурные градиенты между холодными водами апвеллинга и затоками тёплых океанических вод формируют своеобразный барьер, который задерживает на продолжительное время западноафриканскую ставриду и скумбрию на северной границе Мавритании. Промысловые скопления уплотняются и в июне — первой половине июля отмечается, как правило, наиболее устойчивая обстановка на облова западноафриканской ставриды в пределах относительно небольшого участка между  $19^{\circ}20' - 20^{\circ}45'$  с. ш.

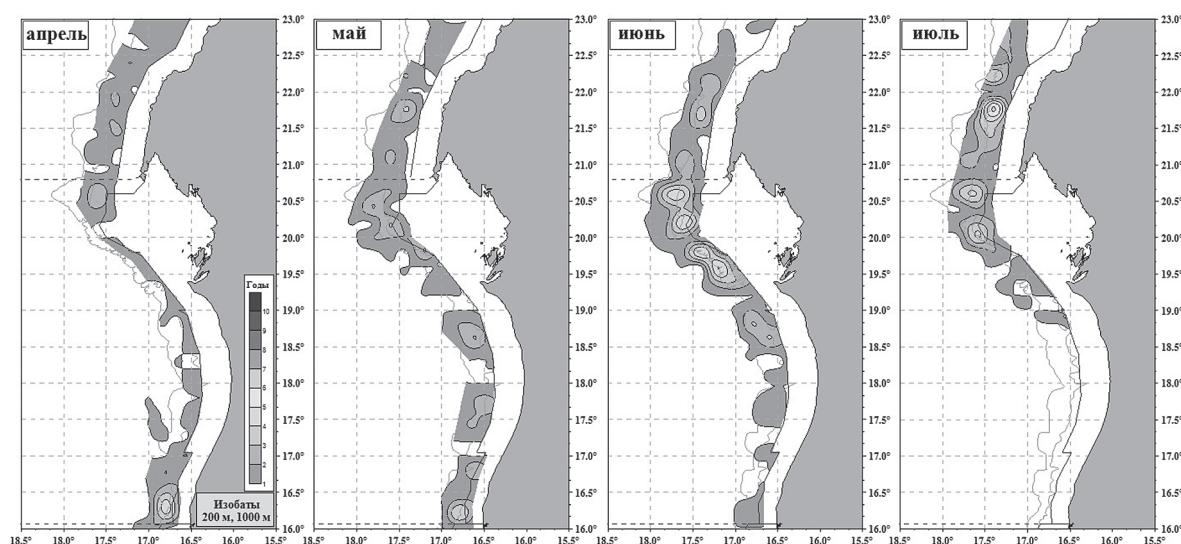
Многолетние наблюдения за ходом промысла показывают, что быстрая миграция западноафриканской ставриды на южном и центральном участках в апреле—мае является вполне типичной формой её поведения и не даёт оснований опасаться, что столь же быстро рыба уйдёт и далее, в ИЭЗ Марокко.

С использованием данных спутникового контроля позиций промысловых судов с достаточно высокой степенью вероятности определены реальные позиции тралиений и построены

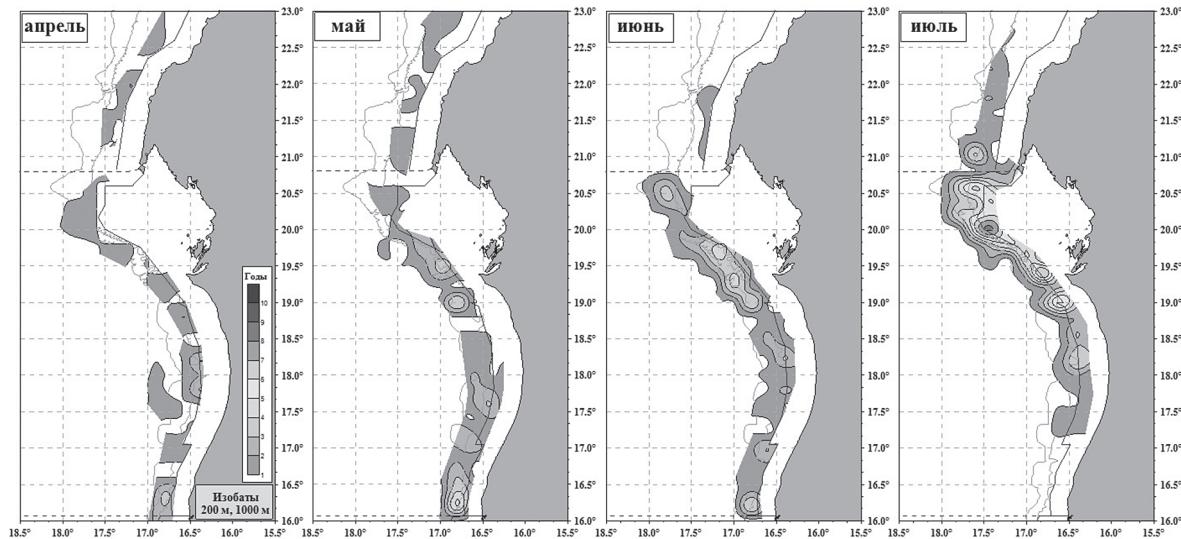
карты распределения уловов с преобладанием основных видов рыб. На картах указывается частота встречаемости в период 2005–2015 гг. уловов с преобладанием ставриды, скумбрии и сардинеллы на акватории Мавритании, т. е. таким образом хорошо выделяются традиционные участки промысла того или иного вида (рис. 7–9). Основные очаги устойчивого промысла ставриды отмечены на юге района ( $16^{\circ}00'$ – $17^{\circ}10'$  с. ш.), в центральной части ( $18^{\circ}20'$ – $18^{\circ}40'$  с.ш) и на севере Мавритании



**Рис. 7.** Межгодовая повторяемость участков промысла ставриды в ИЭЗ Мавритании в апреле–июле в 2005–2015 гг.



**Рис. 8.** Межгодовая повторяемость участков промысла скумбрии в ИЭЗ Мавритании в апреле–июле в 2005–2015 гг.



**Рис. 9.** Межгодовая повторяемость участков промысла сардинеллы в ИЭЗ Мавритании в апреле–июле в 2005–2015 гг.

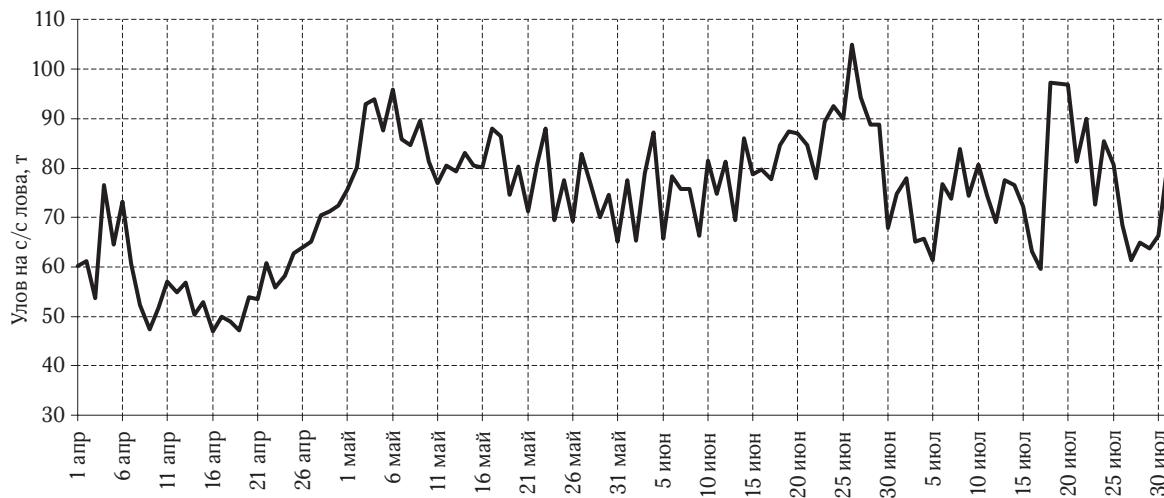
( $19^{\circ}20'$ – $19^{\circ}50'$  с.ш и  $20^{\circ}20'$ – $20^{\circ}45'$  с.ш). Скумбрия и сардинелла в 2005–2015 гг. регулярно облавливались только на севере Мавритании (севернее  $19^{\circ}$  с. ш.), на более южных участках промысловые скопления эти рыбы формируют реже.

Динамика пространственно-временного распределения промысловых скоплений показывает, что весенне-летняя миграция западноафриканской ставриды, скумбрии и сардинеллы представляет собой устойчивый процесс движения рыбы в течение апреля — июля в генеральном северном направлении, от южных участков ИЭЗ Мавритании до границы ИЭЗ Марокко, далее рыба уходит в марокканские воды. Подтверждаются сделанные ранее выводы, о том, что в этот период увеличение с 2013 г. запретной для промысла зоны до 20 миль не оказывает решающего негативного влияния на работу флота [Лукацкий, Дубицкая, 2014]. Лишь незначительная часть промысловых участков и, прежде всего, участки на которых формируются скопления сардинеллы находятся в пределах 20 — мильной зоны, где можно было работать до 2013 г.

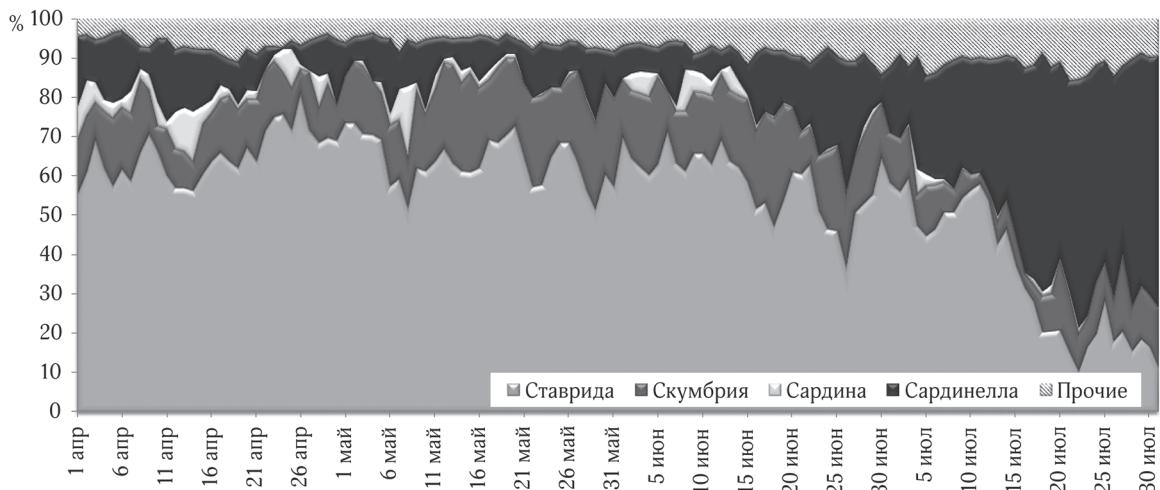
Наряду с этим, анализ работы флота показал, что миграционный процесс нельзя рассматривать как непрерывное поступательное движение рыбы с юга на север. В зависимости от гидрологических условий в каждом году ве-

сенне-летняя миграция имела свои черты, что выражалось в особенностях распределения основных промысловых видов, сроках, скорости и характере миграции западноафриканской ставриды и сопутствующих ей скумбрии и сардинеллы. В процессе миграции, рыба часто на несколько дней задерживается на локальном продуктивном участке, где под воздействием средне- и мелкомасштабных процессов различной продолжительности, возникают градиентные зоны — благоприятные условия для скосычивания. В некоторых случаях возможны даже возвратные подвижки рыбных формирований к югу. Нередко резко меняются формы суточных вертикальных миграций, также скопления могут смешаться в направлении восток-запад. В отдельные годы миграция ставриды на север в весенне-летний период проходила над большими глубинами от 300–500 до 800–1500 м. Таким образом, на разных участках и в разное время суток поведение западноафриканской ставриды и, как следствие, результативность лова могут сильно разниться.

Осредненный посуточный анализ работы флота за 2005–2015 гг. позволяет выявить некоторые закономерности динамики производительности промысла и видового состава уловов. Прежде всего, обращает на себя внимание высокая амплитуда колебаний уловов на судо-сутки лова (рис. 10), даже с учётом среднем-



**Рис. 10.** Среднесуточная производительность промысла РТМКСм в ИЭЗ Мавритании  
(осреднённые данные за 2005–2015 гг.)



**Рис. 11.** Среднесуточный видовой состав уловов (%) российского флота в ИЭЗ Мавритании  
(осреднённые данные за 2005–2015 гг.)

ноголетнего осреднения в наиболее благоприятный период. В целом, для апреля — июня характерна высокая доля в уловах ставриды (рис. 11). В апреле это обусловлено тем, что в районе Мавритании находится большое количество европейской ставриды, которая затем уходит в воды Марокко и замещается западноафриканской ставридой, начинаящей миграцию из ИЭЗ Сенегала. Начало весенне-летней миграции в воды Мавритании хорошо иллюстрируется постепенным возрастанием производительности лова в конце апреля — начале мая. Высокая производительность лова

в мае — июне нередко обеспечивается также за счёт значительной доли в уловах скумбрии и сардинеллы, которые мигрируют одновременно с западноафриканской ставридой. С завершением массовой миграции ставриды и скумбрии через воды Мавритании во второй половине июля в уловах начинает доминировать сардинелла.

**Сроки весенне-летней миграции западноафриканской ставриды.** Следует отметить, что определение конкретной даты начала или окончания массовой миграции западно-

африканской ставриды в водах Мавритании носит определенную условность и субъективность. Вполне понятно, что этот процесс — пересечение рыбными скоплениями границы Сенегала и Мавритании, затем Мавритании и Марокко — по своей природе не может иметь точной даты и происходит не одновременно, а имеет достаточно протяжённый временной интервал и занимает несколько дней. Тем не менее, при всей возможной условности, определение сроков миграции имеет важное значение для оценки характера распределения скоплений в различные годы и для подготовки рекомендаций рыболовному флоту по оптимизации промысла.

При помощи системы позиционирования судов ведётся определение реальных координат тралений судов, отслеживание поисковых галсов траулеров. Наряду с этим, база данных ССД предоставляет возможность анализа динамики ежесуточного изменения видового и размерного состава уловов. Все это в комплексе, позволяет с достаточно большой степенью вероятности судить о динамике перемещений скоплений и делать выводы об этапах миграции западноафриканской ставриды.

Датой выхода рыбы из пределов ИЭЗ Сенегала и пересечение южной границы Мавритании (начало миграции) авторы считают устойчивое и значительное увеличение доли крупной (преобладающей длиной 32–38 см) западноафриканской ставриды в уловах, соредоточение флота на юге района Мавритании и существенный рост производительности судов. Такой же подход применяется к определению срока окончания миграции западноафриканской ставриды, но с обратным знаком, прежде всего, обращается внимание на заметное и долговременное (в течение нескольких суток) уменьшение доли ставриды в уловах, снижение суточных уловов, рассредоточение флота на севере Мавритании. При этом достаточно высокая производительность лова может сохраняться за счёт облова сардинеллы или разноразмерной скумбрии.

По результатам работы флота и с учётом представленных допущений можно constatirovatiy, что за последние десять лет наиболее раннее начало миграции отмечалось в 2005 г.— 20 апреля, а максимально позд-

нее — 29 мая, в 2006 г. Среднемноголетней датой начала весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в район Мавритании можно считать 9 мая.

Окончание сроков миграции западноафриканской ставриды в водах Мавритании также имеет достаточно широкий временной диапазон: наиболее ранняя дата окончания миграции отмечена в 2005 г.— 9 июля, а наиболее поздняя в 2006 г.— 27 июля, при среднемноголетнем сроке завершения миграции 16 июля.

Продолжительность нахождения в ИЭЗ Мавритании массовых скоплений западноафриканской ставриды в период весенне-летней миграции колебалась в пределах 60–82 сут, составляя в среднем 69 дней (табл. 1).

Как отмечено выше, максимально успешными для промысла были сезоны 2010 и 2015 гг. В эти годы уловы РТМКСм находились на уровне 100–110 т за судо-сутки лова.

**Прогноз сроков весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании.** Наиболее стабильный пелагический траловый промысел базируется на мигрирующих видах рыб, находящихся в водах Мавритании только в определённые сезоны года. При этом основой промысла в районе является западноафриканская ставрида, сезонные миграции этого вида являются определяющими для оценки всего промыслового потенциала района. Максимально точное определение сроков миграций западноафриканской ставриды имеет исключительно важное значение для организации наиболее эффективной работы промыслового флота.

В ИЭЗ Мавритании термический режим вод является основным фактором, влияющим на поведение и распределение западноафриканской ставриды. Наиболее плотные и устойчивые скопления наблюдаются при нормальном, на уровне среднеклиматических норм, ходе гидрометеорологических процессов. В аномально холодные или тёплые зимние или летние сезоны отмечаются значительные изменения в распределении основных промысловых видов, сроках и характере сезонных миграций, которые, в свою очередь отражаются на промысловой обстановке, видовом составе уловов и т. д.

**Таблица 1.** Количественные характеристики весенне-летней миграции западноафриканской ставриды через ИЭЗ Мавритании (по данным работы российского флота в 2005–2015 гг.)

Год	Начало миграции ставриды (дата)	Окончание миграции (дата)	Продолжительность миграции (сутки)	Средняя скорость миграции, мили/сутки*	Количество судо-суток лова	Вылов (т)	За период миграции			
							Общий	Ставрида	Скумбрия	Сардинелла
2005	20.04	9.07	81	3,9	251	14192	92,1	67,7	14,1	1,6
2006	29.05	27.07	60	5,3	166	10200	61,4	34,0	1,8	7,3
2007	06.05	15.07	71	4,5	203	15117	81,6	37,9	16,4	15,3
2008	10.05	16.07	68	4,7	261	19768	86,8	51,8	15,1	17,3
2009	14.05	16.07	64	5,0	278	22240	91,3	53,1	12,4	23,7
2010	02.05	14.07	74	4,3	418	32291	109,0	83,1	11,9	8,0
2011	17.05	20.07	65	4,9	468	22305	51,8	26,0	4,2	16,5
2012	12.05	15.07	65	4,9	581	34563	64,8	29,7	14,7	15,2
2013	Российский флот начал промысел 25.10									
2014	14.05	14.07	62	5,1	352	23929	67,6	58,2	6,2	1,9
2015	25.04	15.07	82	3,9	569	53352	101,4	63,8	26,0	10,0

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

Температурный фон оказывает не только прямое воздействие на промысловые объекты, но через цепочку причинно-следственных связей, с различной заблаговременностью обусловливает характер поведения рыбы. Изменения ТПО лежат в цепи факторов, которые влияют на интенсивность питания, скорость процессов обмена, темп роста рыбы и её нерест, и, в конечном счёте, на формирование промысловых скоплений.

Вместе с тем, характер сезонных миграций нельзя представлять как строго определённый и заданный стандарт поведения рыбных объектов и безусловный отклик на изменение условий среды. Характер воздействия ТПО на формирование скоплений и поведение промысловых объектов во многом определяется не только текущим фоном ТПО, нередко определяющим фактором является динамика температурного режима в предшествующий, достаточно заблаговременный период.

ТПО можно рассматривать в качестве комплексного предиктора, который позволяет прогнозировать сроки сезонных миграций

основных промысловых видов в ИЭЗ Мавритании. В результате проведённых расчётов удалось получить модели для прогнозирования сроков начала и продолжительности миграции западноафриканской ставриды в водах Мавритании.

Расчёт сроков начала весенне-летней миграции западноафриканской ставриды выполняется по формуле (2):

$$S = 268,89 - 13,40 \times SST_{(Senegal.90-100)} + 6,44 \times SST_{(Mavr\_S.80-90)}, \quad (2)$$

где  $S$  — дата начала миграции западноафриканской ставриды в район Мавритании из ИЭЗ Сенегала;  $SST_{(Senegal.90-100)}$  — ТПО в районе Сенегала в I декаде апреля;  $SST_{(Mavr\_S.80-90)}$  — ТПО в южном подрайоне Мавритании в III декаде марта.

Максимально значимыми предикторами для определения сроков начала весенне-летней миграции в район Мавритании оказались значения ТПО в I декаде апреля в ИЭЗ Сенегала и в III декаде марта на юге Мавритании.

Расчеты показали, что в годы с повышенным температурным фоном в указанных районах миграция начинается в более ранние сроки и наоборот (рис. 12А, 12Б). Корреляция составила 0,78.

Расчет продолжительности весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в водах Мавритании выполняется по формуле (3):

$$\rho = -1,09 + 3,46 \times SST_{(Mavr\_S.120-130)}, \quad (3)$$

где  $\rho$  — продолжительность миграции западноафриканской ставриды в водах Мавритании (суток);  $SST_{(Mavr\_S.120-130)}$  — ТПО на юге Мавритании в III декаде мая.

Продолжительность миграции западноафриканской ставриды, а, следовательно, и сроки её завершения определяет температурный режим на южном участке Мавритании. Зависимость прямо пропорциональная — чем выше температура, тем длительнее проходит миграция рыбы в водах Мавритании (рис. 13А, 13Б). Корреляция составила 0,83.

## Выводы

1. Весенне-летняя миграция западноафриканской ставриды, а также сопутствующих ей скумбрии и сардинелл в водах Мавритании представляет собой процесс быстрого

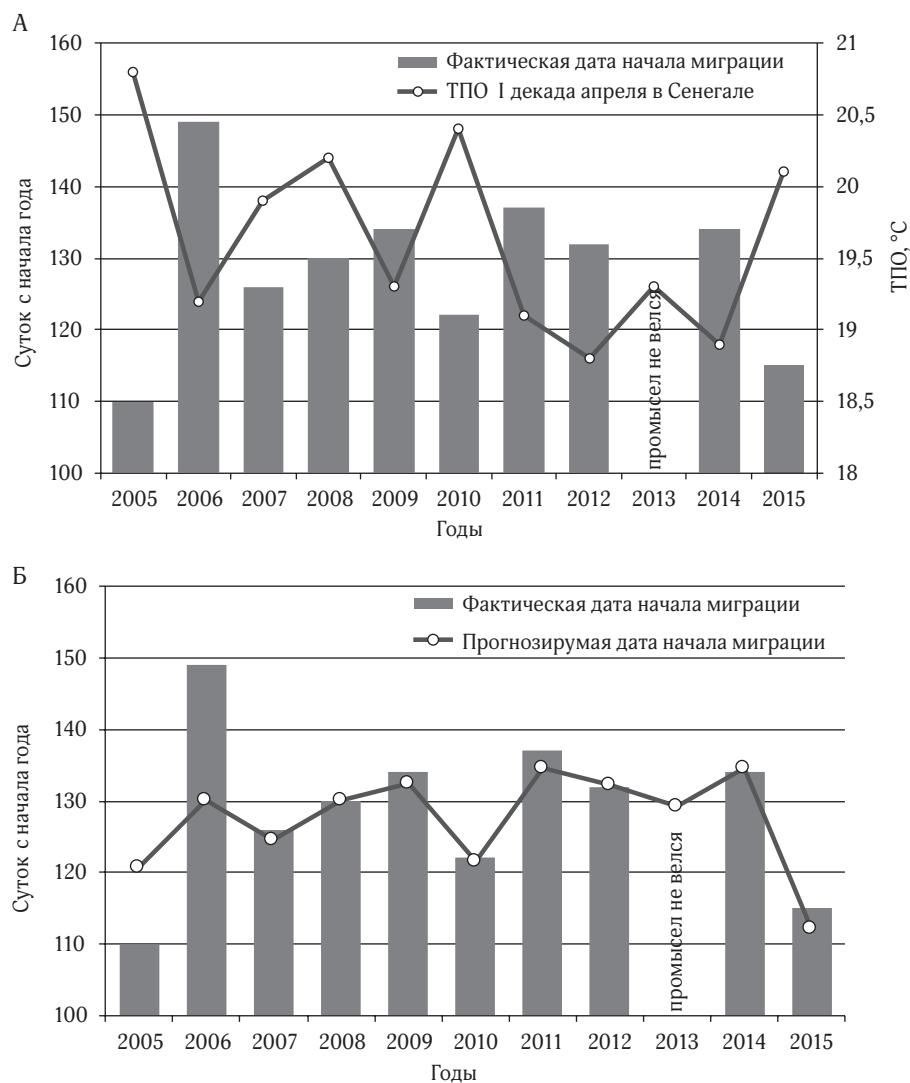
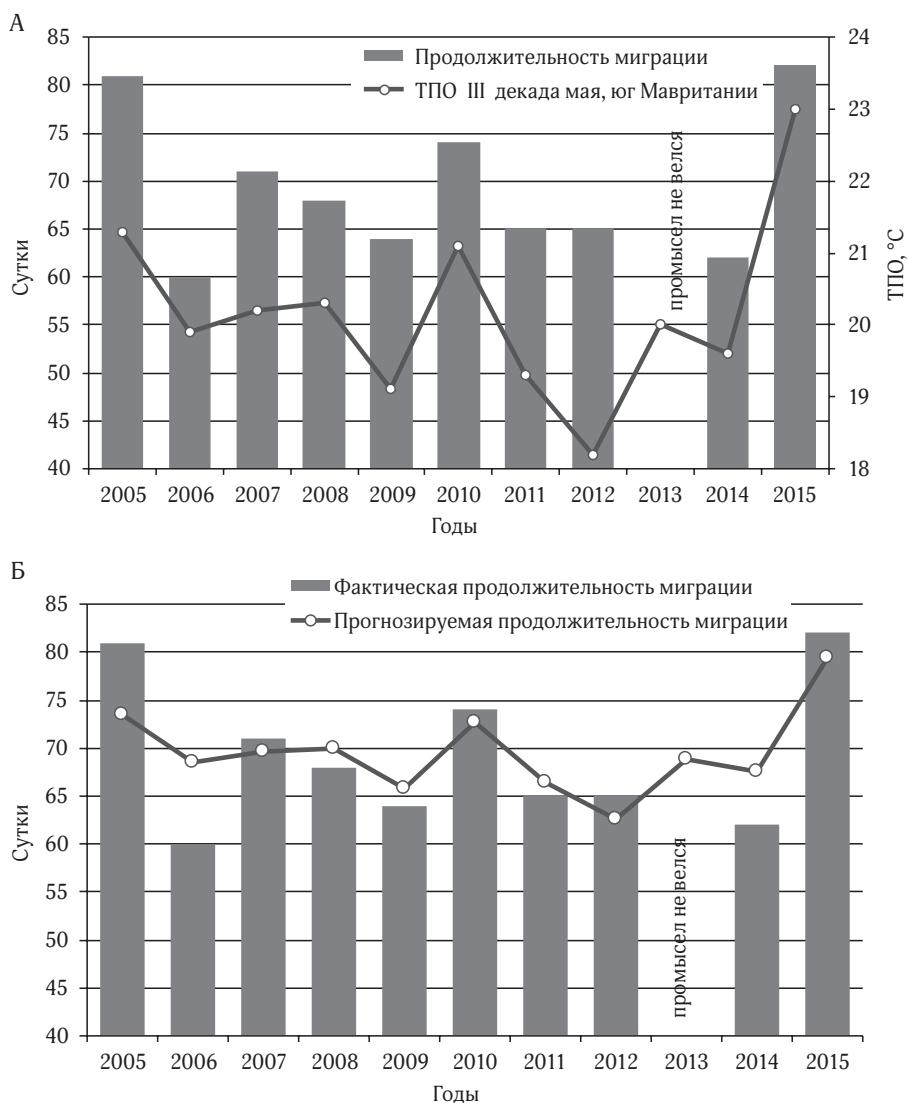


Рис. 12. Расчётная (А) и фактическая (Б) дата начала миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании (сутки)



**Рис. 13.** Расчётная и фактическая продолжительность миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании (сутки)

смещения промысловых формирований в генеральном северном направлении с постепенным замедлением скорости миграции в начале июня — первой половине июля на северном участке ИЭЗ Мавритании.

2. В связи с особенностями миграции основное промысловое значение по объёмам вылова имеет северный участок ИЭЗ Мавритании.

3. Среднемноголетние сроки начала весенне-летней миграции западноафриканской ставриды в район Мавритании — 9 мая, окончания — 16 июля. Продолжительность нахождения в ИЭЗ Мавритании наиболее массо-

вых скоплений западноафриканской ставриды в среднем составляет 69 дней.

4. Результаты проведённого анализа показали, что хотя период с апреля по июль является наиболее благоприятным для промысла, промысловая обстановка даже в эти месяцы может быть достаточно сложной, производительность лова испытывает значительные колебания. При формировании основы уловов западноафриканской ставридой, доля скумбрии и сардинеллы весьма значительна.

5. На сроки и продолжительность миграции большое влияние оказывает температур-

ный режим вод в ИЭЗ Сенегала и на южном участке Мавритании.

6. Предлагаемая методика определения сроков и продолжительности миграции западноафриканской ставриды в ИЭЗ Мавритании показала достаточно высокую оправдываемость и может применяться для подготовки краткосрочных прогнозов и рекомендаций российскому рыболовному флоту.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Доманевский Л.Н. 1998. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центрально-Восточной Атлантики. Калининград: АтлантНИРО. 196 с.
- Дубищук М.М., Дубищук Е.А., Лукацкий В.Б. 2013. «Информационная система промысловой статистики»: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013618701. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». № 4 (86). Ч. 1. С. 155.
- Дубищук М.М., Лукацкий В.Б. 2013. Промысловая статистика как основа информационного обеспечения рыбной промышленности // Труды X международной конф. «Иновации в науке, образовании и бизнесе-2013» (25–27 сентября 2013 г.). Калининград: КГТУ. Ч. 1. С. 28–32.
- Дубищук М.М., Лукацкий В.Б. 2014. Система оперативного научно-информационного обеспечения океанического промысла на базе современных технологий // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010–2013 годах. Океанические районы. Калининград: АтлантНИРО. С. 17–31.
- Дубищук, М.М., Лукацкий В.Б. 2015. Использование данных спутникового контроля позиций промысловых судов для улучшения информационной обеспеченности исследований водных биоресурсов в Центрально-Восточной Атлантике // Известия КГТУ. № 37. С. 11–19.
- Дубищук М.М., Лукацкий В.Б., Смольянинова Е.А. 2012. «Промыслово-гидрологическая база данных по району Центрально-Восточной Атлантики»: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012621041. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». № 5 (82). Ч. 1. С. 54.
- Лукацкий В.Б., Дубищук М.М., Маслянкин Г.Е. 2013. Использование данных спутникового мониторинга термических условий для оценки и прогнозирования промысловой обстановки // Вопросы рыболовства. Т. 14. № 3 (55). С. 542–555.
- Лукацкий В.Б., Дубищук М.М. 2014. О влиянии ширины, закрытой для промысла прибрежной зоны, на работу крупнотоннажного флота в ИЭЗ Мавритании // Рыбное хозяйство. № 1. С. 47–52.
- Лукацкий В.Б., Маслянкин Г.Е. 2004. Влияние термических условий на распределение западноафриканской ставриды (*Trachurus trecae* Cadenat, 1949) и анализ промысла в исключительной экономической зоне Мавритании // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2002–2003 годах. Калининград: АтлантНИРО. Т. 1. С. 63–73.
- Лукацкий В.Б., Маслянкин Г.Е., Сыс М.М. 2007. Методические подходы к прогнозированию промысловой обстановки в Центрально-Восточной Атлантике на примере исключительной экономической зоны Мавритании // Вопросы рыболовства. Т. 8. № 2 (30). С. 274–286.
- Промысловое описание продуктивных районов Атлантического океана (к югу от параллели 50° с. ш.) и Юго-Восточной части Тихого океана. 2013. Калининград: Капрос. 415 с.
- Тимошенко Н.М. 2010. История и перспективы экспедиционного промысла в Центрально-Восточной Атлантике // Вопросы рыболовства. Т. 11. № 4 (44). С. 664–670.
- StatSoft, Inc. 2001. Электронный учебник по статистике. Доступно через: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>. 18.01.2016.

#### REFERENCES

- Domanevskij L.N. 1998. Ryby i rybolovstvo v neriticheskoy zone Central'no-Vostochnoj Atlantiki [Fishes and fishery in neritic zone of the Central-Eastern Atlantic ocean]. Kaliningrad: AtlantNIRO. 196 s.
- Dubishchuk M.M., Dubishchuk E.A., Lukackij V.B. 2013. «Informacionnaya sistema promyslovoj statistiki» [«Fisheries statistics information system»]: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registraci programmy dlya EVM № 2013618701. Oficial'nyj byulleten' Federal'noj sluzhby po intellektual'noj sobstvennosti «Programmy dlya EVM. Bazy dannyh. Topologii integral'nyh mikroskhem». № 4 (86). Ch. 1. C.155.
- Dubishchuk M.M., Lukackij V.B. 2013. Promyslovaya statistika kak osnova informacionnogo obespecheniya rybnoj promyshlennosti [Fisheries statistics as the basis of information provision for the fishing industry] // Trudy X mezhdunarodnoj konf. «Innovacii v nauke, obrazovanii i biznese-2013» (25–27 sentyabrya 2013 g.). Kaliningrad: KGTU. Ch. 1. S. 28–32.
- Dubishchuk M.M., Lukackij V.B. 2014. Sistema operativnogo nauchno — informacionnogo

- obespecheniya okeanicheskogo promysla na baze sovremennoy tekhnologij [System of operational research information support for ocean fishing based on modern technologies] // Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 2010–2013 godah. Okeanicheskie rajony. Kaliningrad: AtlantNIRO. S. 17–31.
- Dubishchuk, M.M., Lukackij V.B. 2015. Ispol'zovanie dannyh sputnikovogo kontrolya pozicij promyslovyyh sudov dlya uluchsheniya informacionnoj obespechennosti issledovanij vodnyh biorersursov v Central'no-Vostochnoj Atlantike [Use of the satellite position monitoring data on fishing vessels for information support improvement of aquatic bioresources researches in the Eastern-Central Atlantic] // Izvestiya KGTU. № 37. S. 11–19.*
- Dubishchuk M.M., Lukackij V.B., Smol'yaninova E.A. 2012. «Promyslovo-gidrologicheskaya baza dannyh po rajonu Central'no-Vostochnoj Atlantiki» [«Joint fisheries and hydrological database for the Central-Eastern Atlantic»]: Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii bazy dannyh № 2012621041. Oficial'nyj byulleten' Federal'noj sluzhby po intellektual'noj sobstvennosti «Programmy dlya EVM. Bazy dannyh. Topologii integral'nyh mikroskhem». № 5 (82). Ch. 1. S. 54.*
- Lukackij V.B., Dubishchuk M.M., Maslyankin G.E. 2013. Ispol'zovanie dannyh sputnikovogo monitoringa termicheskikh usloviy dlya ocenki i prognozirovaniya promyslovoj obstanovki [Application of the data of the thermal conditions satellite monitoring in assessment and prediction of the fishery conditions in the Central-Eastern Atlantic ocean] // Voprosy rybolovstva. T. 14. № 3 (55). S. 542–555.*
- Lukackij V.B., Dubishchuk M.M. 2014. O vliyanii shiriny, zakrytoj dlya promysla pribrezhnoj zony, na rabotu krupnotonnazhnogo flota v IEZ Mavritanii [On the influence of the width of the closed fishing coastal zone on operations of large-capacity fleet in EEZ of Mauritania] // Rybnoe khozyajstvo. № . 1. S. 47–52.*
- Lukackij V.B., Maslyankin G.E. 2004. Vliyanie termicheskikh usloviy na raspredelenie zapadnoafrikanskoy stavridy (*Trachurus trecae* Cadenat, 1949) i analiz promysla v isklyuchitel'noj ekonomiceskoy zone Mavritanii [Influence of thermal conditions on distribution Cunene horse mackerel (*Trachurus trecae* Cadenat, 1949) and analysis of fisheries in the Exclusive Economic Zone of Mauritania] // Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 2002–2003 godah. Kaliningrad: AtlantNIRO. T.1. S. 63–73.*
- Lukackij V.B., Maslyankin G.E., Sys M.M. 2007. Metodicheskie podhody k prognozirovaniyu promyslovoj obstanovki v Central'no-Vostochnoj Atlantike na primere isklyuchitel'noj ekonomiceskoy zony Mavritanii [Methodical approaches to the prediction of the fishery conditions in the central-eastern Atlantic ocean by the example of the exclusive economic zone of Mauritania] // Voprosy rybolovstva. T. 8. № 2 (30). C. 274–286.*
- Promyslovoe opisanie produktivnyh rajonov Atlanticheskogo okeana (k yugu ot paralleli 50° s.sh.) i Yugo-Vostochnoj chasti Tihogo okeana [Fisheries description of the productive areas of the Atlantic Ocean (south of latitude 50° N) and South-East Pacific]. 2013. Kaliningrad: Kapros. 415 s.
- Timoshenko N.M. 2010. Istoriya i perspektivy ehkspedicionnogo promysla v Central'no-Vostochnoj Atlantike [History and outlook to the distant fishery in the Eastern Central Atlantic] // Voprosy rybolovstva. T. 11. № 4 (44). S. 664–670.*
- StatSoft, Inc. 2001. Elektronnyj uchebnik po statistike [Electronic textbook on statistics]. Dostupno cherez: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>. 18.01.2016.*

Поступила в редакцию 28.06.16 г.  
Принята после рецензии 11.08.16 г.

## **Features of the Cunene horse mackerel fishery (*Trachurus trecae*) in the Mauritania area during the spring and summer migration and approaches to predict its timing**

*V.B.Lukatsky, M.M.Dubishchuk, A.A.Vafieuw*

Atlantic Fisheries Research Institute (FSBSI «AtlantNIRO»), Kaliningrad

Density of commercial fish concentrations and species composition of catches in the Mauritania area are subject to significant seasonal variation. The highest commercial value is belong to horse mackerels, particularly to the cunene horse mackerel as commercially the most valuable one. Fishery statistics data and hydrological information obtained through satellite sounding of the ocean are based on the work. Using specially developed software the complex analysis of environmental conditions and results of the national fleet operation over the past decade in April — July is carried out. This is the most important period for the fishing which accounted for 60–70% of the catch annual volume. Mean annual terms of the start (on May 9) and the completion (on July 16) of mass spring and summer migration as well as average length of stay of the main accumulations of the cunene horse mackerel in the Mauritania area (69 days) have been determined. It is shown that at the beginning of June — the first half of July on the northern part of Mauritania there is a delay of spring and summer migration speed of the cunene horse mackerel therefore this area has the major commercial importance on catch volumes. At the same time it is statistically determined that temperature conditions of waters in the Senegal area and on the southern part of Mauritania have a high impact on timing and duration of the migration. Based on the method of multiple stepwise regression, approach to predict timing and duration of the beginning of spring-summer migration of cunene horse mackerel in the waters of Mauritania is proposed. The proposed method in practice has shown a rather high correctness of forecast and can be used for the preparation of short-term forecasts and recommendations to the Russian fishing fleet.

**Key words:** Cunene horse mackerel, *Trachurus trecae*, Mauritania, fishery, migrations, forecast