севооборотов с рациональным насыщением их посевами риса. В рисовых севооборотах должны применяться в правильном сочетании орошаемые культуры, дающие в условиях рисового поля наиболее высокие урожаи, будучи хорошими предшественниками для риса.

1. Владимиров, С. А. Интенсификация рисоводства как фактор экологической напряженности / С.А. Владимиров, Е.И. Хатхоу, Н.Н. Крылова, Е.Ф. Чебанова // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2018. – Вып. 7(70). – С. 147-155.
2. Владимиров, С.А. Типизация рисосеющих хозяйств по эффективности использования водных и земельных ресурсов / С. А. Владимиров, Н. Н. Крылова, Е. И. Хатхоу // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 31 января - 3 февраля 2017 г.– Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – Том 2. – С. 185-190.
3. Владимиров, С.А. Пути повышения эффективности использования земельных ресурсов / С. А. Владимиров, А. С. Цхамария, И. Г. Килиди // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 31 января - 3 февраля 2017 г.– Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – Том 2. – С. 427-432.
4. Владимиров, С.А. Компьютерно-реализуемые модели оптимизации ресурсопотребления в экологическом рисоводстве/ С.А. Владимиров, Е.И. Гронь, Г.В. Аксенов, А.В. Беззубов / Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО. Материалы международной научн.-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. 30 января – 1 февраля 2013 г. г. Волгоград. том 3. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. С. 213-215.
5. Приходько, И.А. Управление мелиоративным состоянием почв для экологической безопасности рисовой оросительной системы: автореф. дис. ...канд. тех. наук: 06.01.02 / И.А. Приходько; Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2008. – 17 с.
6. Сафонова, Т. И. Оценка мелиоративного состояния рисовой оросительной системы по интегральному показателю / Т. И. Сафонова, И. А. Приходько // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. Вып. 3. – С. 42-43.
7. Рекс, Л.М. Математическая модель экологической ситуации на рисовой оросительной системе / Л.М. Рекс, В.М. Умывакин, Т.И. Сафонова, И.А. Приходько // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. Вып. 44. – С. 191-208.
8. Драгунова, С. М. Проблемы экосистемного водопользования на водозаборах нижней Кубани / С.М. Драгунова, В. В. Данилов, Н. Н. Крылова // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам II Междунар. конф./ отв. за вып. Н. Н. Мамась. – Краснодар: КубГАУ, 2018. С. – 73-74.
9. Прус, Д. В. К вопросу о необходимости реконструкции рисовых оросительных систем Кубани / Д. В. Прус, Е. И. Хатхоу // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. В 4 т. / сост. А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов; под ред. А. И. Трубилина, отв. ред. А. Г. Кошаев. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – Т. 2, вып. 1. – С. 37-41.
10. Побелат, Д. А. Назначение Краснодарского водохранилища / Д. А. Побелат, М. В. Кулаков, Е. Ф. Чебанова // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам II Междунар. конф./ отв. за вып. Н. Н. Мамась. – Краснодар: КубГАУ, 2018. С. – 184-187.

Коржев В.А., Почтарь М.В.

Стратегия эксплуатации запаса морских окуней банки Флемиш-Кап

Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО"

("ПИНРО" им. Н.М. Книповича)

(Россия, Мурманск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-189

idsp: ljjournal-04-2019-189

Аннотация

Объект исследования - морские окуни банки Флемиш-Кап статистического района НАФО 3М Северо-Западной Атлантики. Цель работы – разработать предложения по стратегии управления промыслом морских окуней на основе модели динамики численности.

Показано, что основной стратегией управления промыслом морских окуней является сохранение нерестового запаса на уровне 40 тыс. т. Режим эксплуатации (промысловая смертность) должен устанавливаться в диапазоне F_{msy} - F_{max} (0,08-0,21) в зависимости от среднего значения численности пополнения за последние 4-6 лет. При такой эксплуатации многолетний долгосрочный среднегодовой улов может составлять 10-16 тыс. т, и запас морских окуней будет находиться в биологически безопасных границах.

Ключевые слова: морские окуни, запас, численность, моделирование, параметры, промысловая смертность, управление промыслом.

Abstract

The object of the study is redfish species of the Flemish Cap Bank in NAFO Div.3M the Northwest Atlantic statistical area.. The aim of this work is to develop proposals for a management strategy for the redfish fishery based on the population dynamics model.

It is shown that the main strategy for managing fishery of redfish species is to maintain the spawning stock at a level of 40 x 103t. The exploitation rate (fishing mortality) should be set in the range of F_{msy} - F_{max} (0.08-0.21), depending on the average recruitment abundance for the last 4-6 years. With this exploitation, the long-term average annual catch can be 10-16 x 103t, and the stock of redfish will be in the biological safe limits.

Keywords: redfish species, stock, abundance, modelling, parameters, fishing mortality, fishery management.

Введение

Три вида морских окуней: глубоководный окунь-клювач (*S. mentella*), золотистый морской окунь (*S. marinus*) и американский окунь (*S. fasciatus*) являются объектами промысла на банке Флемиш-Кап. Из-за большого внешнего сходства *S. mentella* и *S. fasciatus* объединяют и называют «клюворылый» окунь. «Клюворылый» окунь доминирует в уловах (составляет более 80% общего вылова), поэтому оценка запаса проводится для «клюворылого» окуня.

Высокий, не регулируемый промысел в 1980-ые - начале 1990-ых годов привел запас морских окуней на банке Флемиш-Кап к депрессивному состоянию в 1994 по 2004 гг. Сначала полный запрет промысла, а затем установление низких рыболовных квот, привели к восстановлению запаса окуней в 2012 г. В последние годы (2012-2017 гг.) нерестовая биомасса морских окуней составляет более 40 тыс. т. Целью регулирования промысла окуней является сохранение нерестового запаса на текущем высоком уровне.

Материал и методика

Статистические данные международного промысла морских окуней на банке Флемиш-Кап за 1989-2016 гг. взяты из международной базы данных НАФО по статистике промысла STATLANT 21A и 21B.

Индексы биомассы и численности, размерно-возрастной состав уловов, средняя масса особей по возрастам, оживы созревания взяты из рабочих документов, представляемых на ежегодные сессии Научного Совета НАФО, ежегодных отчетов Научного Совета, а также отчетов о результатах донных траловых съемок ЕС (Европейского союза).

Оценку динамики численности морских окуней выполняли по модели XSA (Darby, 1994) и модифицированной модели оптимизации промысла (Korzhev V, Pochtar M, 2017). Для оценки численности пополнения использовали зависимость «запас-пополнение» Бивертон-Холта (Рикер, 1979).

Результаты и обсуждение

Моделирование пополнения. Результаты российских и зарубежных исследований, выполненных на банке Флемиш-Кап, показывают, что для клюворылого окуня

характерна значительная изменчивость урожайности поколений (Vaskov, 2002; Rikhter and Bukatin, 2003). Закономерностей в изменении величин пополнения не обнаружено. Существует гипотеза, что причина флуктуаций урожайности поколений донных рыб на банке Флемиш-Кап связана с циркуляцией вод в этом районе. Однако, значимых связей между урожайностью поколений и некоторыми факторами среды (температура и соленость воды на различных горизонтах, индекс Северо-Атлантического колебания и др.) для клюворылого окуня не выявлено.

Вследствие этого, мы рассматриваем следующую процедуру моделирования пополнения. По оценкам запаса клюворылого окуня с 1989-2015 гг. (рассчитанного по XSA) находим параметры зависимости «запас-пополнения» Бивертон – Холта (Рикер, 1979):

$$R_{t+3} = \frac{1}{\alpha + \beta / SSB_t}. \quad t=1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

где R_t – численность пополнения в году t , тыс. экз.;

SSB_t – нерестовая биомасса в году t , т;

α и β – параметры.

Для 1989-2015 гг. по уравнению (1) рассчитываем величину пополнения ($R_{\text{модел.}}$) и формируем массив отклонений (δ) фактических значений пополнений от моделируемых ($\delta = \ln(R_{\text{факт.}} / R_{\text{модел.}})$). Для каждого года прогноза, начиная с четвертого ($i+3$), по формуле (1) определяем пополнение, используя рассчитанную SSB_i в год t , затем корректируем ее, выбирая случайным образом величину отклонения δ_i из массива отклонений δ : $R = R_{\text{модел.}} \cdot \exp(\delta_{\text{случ.}})$. Естественно, что при таком прогнозировании мы не получим фактическое распределение пополнений за годы прогноза. Однако, учитывая случайный выбор отклонений, мы будем получать в течении прогнозного периода как богатые, так и бедные пополнения запаса. В этом случае, используя стохастический подход, будем получать множество значений параметров запаса в каждый год прогноза. Выполняя большое количество прогонов модели можно оценить наиболее вероятные средние значения параметров запаса и их доверительные интервалы.

Средняя масса окуней по возрастам. На прогнозируемый период средняя масса особей принята постоянной в каждой возрастной группе, и равной среднему многолетнему значению масс за период относительно стабильного состояния запаса 2010-2016 гг.

Огиба созревания. Для прогнозирования доли созревших по возрастам мы объединили данные созревания за 1898-2016 гг., используемые в расчетах НАФО при оценке запаса окуней (A, Ávila de Melo и др., 2011). и аппроксимировали их кривой созревания вида:

$$Mat_a = \frac{b}{1 + e^{-\lambda(a-a50\%)}} \quad (2)$$

где Mat_a - доля половозрелой рыбы в возрасте a ;

$a50\%$ - возраст рыб, при котором 50 % особей половозрелые;

λ и b – параметры.

В прогнозах использовали постоянные значения созревания, рассчитанные по кривой (2). Применение постоянной огибы может приводить, по нашему мнению, только к изменению абсолютных величин нерестового запаса, но не влияет на тенденции в из динамике.

Предосторожный подход. При оптимизации использовался предосторожный подход (Бабаян, 2000). Все возможные состояния запаса по биомассе разделяются на три области: а) область подорванного запаса ($0, B_{\text{lim}}$), б) область восстановления запаса ($B_{\text{lim}}, B_{\text{pa}}$), и в) область безопасного состояния запаса ($B_{\text{pa}}, B_{\infty}$). В области подорванного

запаса предполагается полное прекращение промысла ($F=0$). Когда запас находится в области восстановления, промысловую смертность (F) предполагается изменять пропорционально изменению отношения SSB/B_{pa} . В области безопасного состояния запаса регулирование осуществляется увеличением промысловой смертности до F_{pa} .

Подробно правило управления промыслом и оценка значений целевых и граничных биологических ориентиров для морских окуней банки Флемиш-Кап изложены ранее (Korzhev V, Pochtar M, 2017).

Результаты оптимизации. Оптимальным будем называть такой промысел, при котором в течение длительного периода времени средняя нерестовая биомасса окуней будет поддерживаться на уровне B_{pa} (40 тыс. т) и вероятность снижения ее в зависимости от величины пополнения до B_{lim} (20 тыс. т) будет не более 5% ($p<0.05$). При этом режим промысла должен обеспечивать максимально возможный вылов.

Оптимизация промысла проводилась в два этапа. На первом этапе определялись коэффициенты F , при которых наблюдается наибольший вылов. Выполнялись расчеты динамики численности клюворылого окуня с F от 0,05 до 0,4 с шагом 0,02.. Учитывая неопределенность пополнения, результаты расчетов представляют некоторую зубчатую кривую (рисунок 1). Сглаживание этой кривой скользящей средней позволяет выделить диапазон оценок промысловой смертности, при котором получается наибольший вылов. Важно отметить, что кривая зависимости вылова от промысловой смертности имеет плоский, не явно выраженный, максимум.

Рисунок 1 – Зависимость вылова морских окуней на банки Флемиш-Кап от промысловой смертности при случайном выборе пополнения запаса

На втором этапе исследовалось каждое значение F из диапазона 0,09-0,23. Выполнялось по 100 итераций при случайном пополнении, рассчитывались средние значения и доверительные интервалы (таблица 1). Средние величины пополнения во всех вариантах составляли 104-122 млн экз., Эти значения гораздо выше, чем среднее геометрическое значение за 1989-2015 гг. (86 млн экз.), что приводит к более оптимистическим результатам.

Во всех вариантах средние выловы мало отличаются. Наиболее предпочтительным вариантом является промысел с F из диапазона 0,18-0,22. Учитывая, что мгновенный коэффициент промысловой смертности прямо пропорционален величине эффективного промыслового усилия E : $F=qE$, где q – коэффициент улавливаемости ($q=const$), оптимальным рекомендуется принять промысел со средним многолетним F равным 0,18. Незначительно теряя в вылове (по сравнению с $F=0,22$) можно значительно сократить количество промысловых усилий.

Таблица 1

Изменение основных параметров запаса клюворылого окуня банки Флемиш-Кап

Промысловая смертность			Биомасса, тыс. т			Нерестовая биомасса, тыс. т			Вылов, тыс. т		
L	Среднее	U	L	Среднее	U	L	Среднее	U	L	Среднее	U
0,05		0,95	0,05		0,95	0,05		0,95	0,05		0,95
0,075	0,076	0,076	210,8	240,6	273,1	107,0	126,2	145,5	13,5	15,5	17,5

0,091	0,092	0,093	197,9	219,3	253,2	96,6	110,5	130,6	14,8	16,5	19,0
0,109	0,110	0,110	174,6	202,6	229,8	81,6	97,3	112,9	15,0	17,3	19,0
0,126	0,128	0,128	165,0	192,2	216,1	72,9	88,1	101,9	15,7	18,3	20,9
0,144	0,146	0,147	152,8	174,9	198,0	64,7	76,5	20,9	16,0	18,3	20,9
0,159	0,164	0,165	138,9	160,3	181,5	55,1	66,0	77,8	15,5	18,2	20,7
0,171	0,181	0,184	130,6	148,4	169,7	48,3	58,0	68,9	15,7	18,2	20,8
0,142	0,216	0,227	121,6	133,9	197,8	37,8	42,9	85,2	17,3	19,1	20,3
0,240	0,252	0,265	111,4	116,1	121,8	31,7	33,0	34,5	17,1	18,4	19,9
0,285	0,298	0,313	91,7	96,1	101,0	21,9	22,8	23,8	15,8	17,0	18,5

Приведенные в таблице 1 результаты показывают средние значения параметров запаса. В течение прогнозного периода значения этих параметров значительно изменялись по годам в зависимости от изменения величины пополнений. Один из вариантов оптимального промысла с промысловой смертностью 0.18 представлен на рисунке 2. Значения нерестовой биомассы, пополнения, промысловой смертности и вылова (для наглядности представления), были нормированы по их среднему и дисперсии: $(X_{\text{нормир}i} = (X_i - \bar{X})/S)$, где X_i – i -ое значение параметра популяции, $\bar{X}$ – среднее значение этого параметра, S – среднеквадратическое отклонение.

Необходимо отметить, что случайной величиной в данном примере является только пополнение. Все остальные показатели находятся в зависимости от его изменения. Для более простой интерпретации изменений параметров их значения представлены как доли по отношению к общему среднему значению этого параметра за весь период (табл. 2). В приведенном примере можно выделить несколько периодов, когда изменялись вылов, F и SSB .

Рисунок 2 – Изменения нормированных отклонений пополнения, нерестовой биомассы, промысловой смертности и вылова морских окуней на банки Флеминг-Кап при прогнозировании на 100 лет

С 1992 по 1998 гг. происходило снижение вылова с 1,5 до 0.55 от общего среднего значения (за исследуемый интервал 100 лет) (см. рис. 2 и табл. 2), За этот период отмечается 2 средних и 5 слабых пополнений, среднее значение которых составило 48% от общего среднего. Промысловая смертность снизилась до 0,71 от ее среднего значения.

В последующий период 1999 по 2005 гг. среднее значение пополнения выросло до 1,31 за счет появления 4 сильных и 1 среднего по численности пополнения. Поэтому вылов и промысловая смертность в этот период возрастали, и вылов к концу периода составил 1,09 среднего значения.

В последующие четыре периода (2006-2014; 2015-2022; 2023-2032 и 2033-2036 гг.) модель прогнозирует относительно стабильное состояние запаса, вызванное стабильным средним пополнением, которое составляло 0,98-1,04. В середине этого периода (2023-2032 гг.) наблюдалось незначительное повышение биомассы запаса, а, следовательно, и вылова к 2030 году до 1,23, а затем небольшое снижение его. Прогнозировались в основном средние пополнения, а слабые годовые классы компенсировались сильными.

Таблица 2

Диапазоны изменения долей вылова, промысловой смертности и среднего значения пополнения относительно их общих средних значений по периодам промысла при оптимальном промысле морских окуней банки Флемиш-Кап за 100 лет со случайным выбором пополнения

Период	Вылов		Пополнение		Промысловая смертность
	Характер изменений	Диапазон изменений (доля от среднего)	Среднее значение (доля от общего среднего)	характеристика. силы годовых классов	Диапазон изменений (доля от среднего)
1992 -1998	Снижение	1,5 – 0,55	0,48	2 ср., 5 сл.	1,29 -0,71
1999 - 2005	Повышение	0,55 – 1,09	1,31	4 с., 1 ср., 1 сл.	0,71 – 1,06
2006 - 2014	Снижение	1,12-1,01	0,98	3 с., 3 ср., 3 сл.	1,06 – 1,02
2015 - 2022	Стабильное	1,01 – 1,02	1,04	4 с., 4 сл.	1,00 -1,02
2023 - 2032	Повышение	1,03 – 1,23	1,42	6 с., 4 ср.	1,02 – 1,10
2033 - 2036	Стабильное	1,23 – 1,15	0,99	1 с., 1 ср., 1 сл.	1,10 – 1,11
2037 - 2041	Повышение	1,15 – 1,31	1,63	5 с.	1,11 – 1,12
2042 - 2059	Снижение	1,31 – 0,63	0,65	3 с., 3 ср., 12 сл.	1,12 – 0,87
2060 - 2068	Повышение	0,63 – 1,53	1,61	6 с., 3 ср.	0,87 – 1,22
2069 - 2080	Снижение	1,53 – 0,66	0,69	2 с., 2 ср., 8 сл.	1,22 – 0,80
2081 - 2088	Повышение	0,66 – 0,84	0,93	1 с., 3 ср., 4 сл.	0,80 – 0,96

Появление в 2037-2041 гг. 5-ти сильных пополнений промыслового стада (среднее значение 1,63) увеличило к 2041 г. величину запаса и позволило увеличить вылов на 16% (с 1.15 до 1.31). Сменившие их 1 среднее и 12 слабых пополнений, привели к существенному снижению запаса окуней в 2042-2059 гг., и к вынужденному снижению вылова до 0,63 в конце этого периода. В последующие 9 лет (2060-2068 гг.) наблюдались 6 сильных и 3 средних по численности пополнения (среднее - 1.61), что резко увеличило величину запаса окуней и привело к увеличению вылова до 1,53.

Чередование сильных и слабых пополнений в последующие два периода 2069-2080 и 2081-2088 гг. (средние значения соответственно 0,69 и 0,93) привели сначала к резкому снижению биомассы запаса, и, следовательно, вылова до 0,69, а затем к повышению его до 0,93.

Приведенный пример является одним из множества вариантов случайного изменения пополнений. Однако, проведенный анализ позволяет дать определенные рекомендации по управлению промыслом морских окуней.

1. Рекомендуемый диапазон изменения промысловой смертности для морских окуней банки Флемиш-Кап от F_{msy} до F_{max} (0.08-0.21).
2. В стартовый год прогноза оцениваем среднее значение пополнения за последние 4-6 лет. Если оно близко к среднему за период промысла 1989-2016 гг., то ОДУ на ближайшие два после стартового года (краткосрочный прогноз) оценивается на уровне среднего вылова статус-кво ($F_{statusquo}$).
3. Если предварительные оценки пополнения на 2-3 года вперед увеличивают или уменьшают среднее значение пополнения за последние 4-6 лет на 30-40 %, то вылов может быть соответственно увеличен или уменьшен на 13-20 % по сравнению с текущим, при SSB , близком к 40 тыс. т.
4. Максимальное значение F не должно превышать $F_{max}=0.21$.
5. Рекомендуется выполнять краткосрочные прогнозы до 5-10 лет вперед и оценивать средние значения параметров запаса с учетом предосторожного подхода.

Заключение

Проведенный анализ показал зависимость запаса и вылова морских окуней на банке Флемиш-Кап от величины пополнения с незначительным запаздыванием в 1-2 года. Расчеты промысла со случайным выбором величины пополнения показали, что оптимальным может считаться промысел с промысловой смертностью 0.16-0.18 и выловом 16-18 тыс. т, Необходимо учитывать, что среднее значение пополнения в наших расчетах было высокими (более 100 млн экз.). Анализ одного из вариантов конкретного изменения параметров запаса морских окуней позволил сформировать некоторые рекомендации по регулированию промысла морских окуней на банке Флемиш_Кап.

1. Бабаян В.К. Прелосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ) /В.К. Бабаян, 2000, - М, изд. ВНИРО, -192 с.
2. Darby, C. D. Virtual Population Analysis: version 3.1 (Windows/Dos) user guide / C. D. Darby, S. Flatman. – Lowestoft, 1994. – 85 p. (Inform.Techn. Ser.. MAFF Direct. Fish. Res. No.1).
3. Korzhev V., Pochtar M. Simulation of the flemish cap bank redfish fishery taking into account dependence of the parameters on stock density / V. Korzhev, M. Pochtar // NAFO SCR Doc. 17-034Rev. -Serial No. N6689. - 2017. – 14 p.
4. Рикер, У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб : пер. с англ. / У.Е. Рикер. – М: Пищ. пром-ть, 1979. – 408 с.
5. Rikhter, V.A., Bukatin P.A. Comparative analysis of year-classes strength of some commercial fishes in the Atlantic and Pacific Oceans and adjacent seas / V.A. Rikhter and P.A. Bukatin // NAFO SCR Doc. 11/003. - Serial No. N5878. 2011. – 30
6. Vaskov, A.A. 2002 Assessment of redfish stock on the Flemish Cap based on data from the Russian bottom trawl survey in 2001 / A.A. Vaskov // NAFO SCR Doc. 02/9. – Ser. No. N4610. – 2002. – 16 p.

Курочкин И.Н., Чугай Н.В.

**Оценка загрязнения тяжёлыми металлами необрабатываемых
сельскохозяйственных угодий Владимирской области**

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(Россия, Владимир)*

doi: 10.18411/lj-04-2019-190

idsp: ljjournal-04-2019-190

Аннотация

Рассмотрено загрязнение тяжёлыми металлами почв, подвергшихся антропогенному воздействию в ходе сельскохозяйственного использования. Определено содержание тяжёлых металлов в почвенных образцах и содержание гумуса. Установлены некоторые соответствия между показателями плодородия почв, геоботаническими характеристиками и концентрацией тяжёлых металлов в почвах. Выявлены единичные превышения ОДК мышьяка, меди, никеля в некоторых районах Владимирской области.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, почвенное плодородие, тяжёлые металлы, деградация почв

Abstract

Heavy metal contamination of soils subjected to anthropogenic impact during agricultural use is considered. The content of heavy metals in soil samples and humus content were determined. Some correlations between soil fertility, geobotanical characteristics and concentration of heavy metals in soils were established. Single excess of UEC of arsenic, copper, Nickel in some areas of the Vladimir region was revealed.

Keywords: sod-podzolic soils, soil fertility, heavy metals, soil degradation