ПРОВ 98

ПРОВ 2010

АКАДЕМИЯ НАУК УССР

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УДК 551.46:577.472(26) + 639.2(26)

Неуймин Г.Г., Кушнир В.М., Владимиров В.Л., Кирюхин В.Г., Овсяный Е.И., Безбородов А.А., Ляшенко С.В., Юнев О.А., Пионтковский С.А.

№ 5043-850ен. 12 июля 1985

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ "ПЯТЕН" КОНТРАСТНЫХ ВОД В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОБЛАСТИ ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКИ.

Институт биологии
южных морей АН УССР
БИБЛИОТЕКА
№ 331 20 деп

Севастополь - 1985

Одной из характерных особенностей района Гвианского течения и Межпассатного противотечения является наличие поверхностных вод, которые резко отличаются по своим свойствам от океанических. Эти воды имеют очертания отдельных "пятен" с размерами 100-500 км и по мнению многих авторов представляют собой воды Амазонки, которые переносятся Гвианским течением в северо-западном направлении [3,2]. Возмущения Гвианского течения, связанные с образованием крупномасштабных меандров и формированием потоков восточного и юго-восточного направления, могут приводить к выносу "пятен" контрастных вод в восточном направлении далеко в океан.

В 6 и 7 рейсах НИС "Академик Вернадский" (1972-1973 гг.) первые измерения индекса цвета на ходу судна, выполнявшиеся по международной программе СИКАР, показали, что весь район Атлантического океана, прилегающий к северо-восточному побережью Южной Америки, характеризуется весьма пестрой картиной распределения показаний. Наряду с величинами, характерными для открытого океана, встречались отдельные участки значительно более зеленых вод, причем значения индекса цвета в них возрастали в 20-40 раз, по сравнению с синими океанскими водами [1].

В 20 рейсе НИС "Академик Вернадский" при выполнении разреза, направленного перпендикулярно береговой черте в районе устья Амазонки (09.-11.08.79), было зарегистрировано "пятно" пониженной солености поперечником 130 км на расстоянии 780 км от берега. Величины солености были равны 34-34,5 ‰ и меньше, в то время, как соленость окружающих океанских вод составляла 35,5-36‰. Воды "пятна" резко отличались от океанских вод и по своим оптическим характеристикам - индекс цвета достигал 4 ед.

© ВНИИЦ, 1985 г.

при характерных для фоновых условий значениях 0,05-0,I .

В экспедиции 26 рейса НИС "Академик Вернадский" при выполнении двух плотностных съемок Амазонского полигона (222х 555 км), включающих комплекс гидрофизических,химических,оптических и биологических исследований, а также при попутных измерениях гидрологических,оптических и химических характеристик при движении судна в Карибское море и обратно на полигон,было изучено крупномасштабное синоптическое возмущение Гвианского течения, имеющее структуру меандра протяженностью порядка I000 км. Направление меандра соответствовало развороту части Гвианского течения в восточном и юго-восточном направлении с возрастанием скорости потока до I,3- I,5 м/с. Развитие меандра происходило весьма интенсивно - фазовая скорость распространения возмущения имела величину 0,3-0,4 м/с.

Процесс формирования меандра и его развития сопровождался выносом "пятен" контрастных вод в восточном направлении,причем контрасты были резко выражены в поле всех измеряемых элементов. Пространственное распределение гидрологических, химических и оптических элементов на Амазонском полигоне в районах нахождения "пятен" контрастных вод по результатам выполнения двух съемок (I-02÷I5.08.82 и П - I7÷23. 09.82), отражает процесс развития меандра Гвианского течения примерно за 40 суток и коррелирует с рельефом динамической топографии. Во время первой съемки контрастные "пятна" были зарегистрированы на юго-западной границе полигона в районе $5^{0}20'$ с.ш., $46^{0}30'$з.д. и в северной части полигона в районе $6^{0}I5'$ - $6^{0}40'$с.ш., $44^{0}20'$-46^{0} з.д. Во время второй съемки полигона такие воды занимали всю северо-западную часть полигона и обширный район, простирающийся в северо-западном направлении на 280 -300 км.

Наибольшие контрасты воды проявлялись по оптическим характеристикам. Визуально отличия были выражены в изменении цвета воды с сине-голубого (океанские воды) на зеленовато-коричневый. Значения индекса цвета J , непрерывная регистрация которого велась в светлое время суток, в отдельные моменты времени возрастали до 40-50 ед. при характерных для фоновых условий 0,05-0,I ед. При первой съемке полигона в "пятне", обнаруженном в районе $5^{0}20'$ с.ш. $46^{0}30'$з.д., максимальная величина J достигала I,5 ед., т.е. была в I5-30 раз выше фона, в районе $6^{0}I5'$

с.ш. и 44°30'з.д. было зарегистрировано максимальное значение J = 3,0 ед.

Во время второй съемки карты распределения индекса цвета не строились, так как съемка выполнялась за короткое время, а северная часть, где по данным гидрологических и химических измерений область амазонских вод была выражена наиболее контрастно, снималась преимущественно в ночное время. Тем не менее измерения индекса на отдельных участках в северной части показали значительные перепады этой величины, которые достигали 4-6 ед. (в 100-120 раз выше фона).

При исследованиях вертикального профиля показателя ослабления в "пятнах" амазонских вод также отмечалось резкое изменение характеристик по отношению к фоновым условиям. В верхнем слое до 30- 40 м показатель ослабления увеличивался до двух раз и достигал 0,13 $м^{-1}$ для λ = 494. Особенно резко возрастал показатель ослабления в коротковолновой части спектра, что свидетельствует о присутствии повышенных концентраций органики (желтого вещества). Цвет воды в "пятне" по шкале цветности У-УI, относительная прозрачность по белому диску 20 м, в фоновых условиях цвет по шкале - П-Ш, относительная прозрачность 30-35 м.

Измерения вертикального профиля флуоресценции пигментов хлорофилла в контрастных водах во время первой съемки полигона не выявили каких-либо существенных отличий от фоновых станций ни по характеру распределения, ни по интенсивности флуоресценции. Во время второй съемки интенсивность флуоресценции в поверхностных слоях пятна была значительно выше фоновой.

Изменения гидрологических элементов в контрастных водах проявлялись в понижении солености и возрастании температуры. Во время первой съемки в "пятне" на юго-западной границе полигона соленость была на 0,5 - 0,6 ‰ ниже, а температура на 0,4-0,9°С выше фона. Толщина слоя составляла примерно 20 м. В северной части полигона в районе 6°15'- 6°40'с.ш. 44°20'з.д. было зарегистрировано понижение солености на 2,5 - 3‰ и возрастание температуры воды до 2°С по сравнению с фоном. Толщина слоя также составляла примерно 20 м. Вторая съемка полигона показала по данным гидрологических измерений увеличение области, занятой контрастными водами. В этот период на полигоне и в прилегающих районах отмечались области вод, соленость которых составляла

28,5 - 33‰, температура 29,5-29°С, соответственно, т.е. на 7,5 - 3,5‰ ниже и на 2-2,5°С выше фоновых значений.

Значительные контрасты наблюдались также по концентрации химических элементов, главным образом, кремния. Так при первой съемке полигона в западной части отмечались концентрации кремния до 6 - 8 мкг-атм$^{-I}$, что в 3-5 раз превышает фоновые значения; в северной части в области "пятна" максимальная концентрация кремния составляла 8,3 мкг-ат Si л$^{-I}$. Во время второй съемки в областях полигона, занятых амазонскими водами, отмечались концентрации кремния до I2 мкг-ат Si л$^{-I}$ в северных и до I8 мкг-ат Si л$^{-I}$ в северо-западных районах. Это в 8-I0 и I2-20 раз превышает фоновые значения. Распределения кислорода и фосфатов в пятнах амазонских вод не отличались существенно от фоновых значений этих элементов.

Определение парциального давления pCO_2 в "пятнах" контрастных вод показало, что в большинстве случаев эта величина несколько ниже, чем в фоновых условиях (2,8-3,0.I0^4 атм и 3,4. I0^4 атм, соответственно). В отдельных случаях величина pCO_2 в пятнах контрастных вод не отличалась от фоновых значений или даже на 6-I0% превышала их (см.табл.). Водородный показатель pH в "пятнах" в большинстве случаев имел несколько повышенные значения (8,3-8,35) по сравнению с фоном (8,25), иногда значимых контрастов по этому элементу не обнаруживалось (см.табл.) Щелочность, как и предыдущие два элемента , в ряде случаев несколько отличалась от фона (2,04-2,05 мкг.экв..л$^{-I}$ и 2,36 - 2,3I мкг.экв.л$^{-I}$, соответственно), в других случаях отличия были несущественными (см.табл.).

Предварительные результаты гидрологических исследований контрастных вод не выявили устойчивых отличий характеристик по отношению к фоновым условиям. В отдельных случаях концентрации пигментов, хлорофилла "а", феофитина, биомасса и численность фитопланктона и зоопланктона в пределах "пятен" не отличались существенно от фоновых значений, иногда превышали их, иногда были меньшими (см.табл.).

По данным двух съемок Амазонского полигона и измерениям оптических характеристик на ходу судна были построены зависимости между элементами, дающими наибольшую контрастность -соленостью, температурой, кремнием и индексом цвета. Эти зависи-

мости показаны на рис. I в функции солености, причем аномальные изменения температуры, кремния и логарифма индекса цвета допускают представление в виде линейных зависимостей от солености. Найденные по методу наименьших квадратов регрессионные уравнения записываются в виде

$$S = 102{,}95 - 2{,}428\,t^\circ \qquad 27{,}5 \leq t^\circ \leq 30^\circ C$$
$$S = 32{,}5 - 2{,}5\,\lg J \qquad 0{,}1 \leq J \leq 10 \text{ ед}$$
$$S = 36{,}316 - 0{,}316\,Si \qquad 1 \leq Si \leq 20 \text{ мкг-ат.л}^{-1}$$

Вычисленные значения коэффициента корреляции между соленостью и указанными элементами составляют 0,8 ...0,85. Высокие значения корреляции между понижением солености контрастных вод и увеличением содержания кремния и мутностью свидетельствуют о происхождении этих вод из устья Амазонки, воды которой, как известно, богаты терригенной взвесью и растворенной органикой и отличаются высокой мутностью [4]. Толщина слоя контрастных вод (20- 30 м) соответствует глубине устья Амазонки. Повышение температуры воды объясняется либо ее более высокими исходными значениями в устье, либо более интенсивным нагревом вследствие повышенной мутности.

В работе [2] контрастные воды пониженной солености и с повышенным содержанием кремния (регрессионная зависимость имеет вид $S = 37{,}9 - 1{,}692\,Si$, $1 \leq Si \leq 3$ мкг-ат.л$^{-1}$ и качественно близка к полученной в настоящей работе) были обнаружены в районе о. Барбадос и идентифицированы как воды Амазонки.

Определенный интерес представляют данные о пространственном распределении и характеристик контрастных вод в районе Гвианского и Межпассатного течений, значительно большем Амазонского полигона. Частично эти данные были получены при измерениях на ходу индекса цвета, отборе проб для гидрохимических и биологических определений при движении судна с полигона в Карибское море, выполнении меридионального разреза по 56° з.д. от 10° до 19° с.ш. и возвращении на Амазонский полигон. На рис. 2 показана схема расположения "пятен" контрастных вод в районе проведения измерений. Указанные номера соответствуют порядку обнаружения "пятен". Основные характеристики зарегистрированных контрастных вод и фона приведены в таблице.

Размеры "пятен" контрастных вод изменяются в широких пре-

делах, что, возможно, связано с неполнотой данных о их протяженности из-за ограниченности числа галсов, на которых производились измерения. Район, где были обнаружены "пятна", имеет протяженность примерно 1000 км, что дает представление о масштабах возмущений Гвианского течения.

Устойчивые контрасты поверхностной температуры и индекса цвета в "пятнах" контрастных вод позволяют эффективно использовать дистанционные методы (спутниковые, самолетные) для обнаружения "пятен", определения их конфигураций, изучения динамики. Поскольку вынос амазонских вод в открытый океан связан с крупномасштабными и интенсивными возмущениями Гвианского течения, данные о распределении "пятен" могут служить индикатором таких возмущений и быть использованы для контроля теплопереноса западными пограничными течениями северной части Тропической Атлантики.

Дальнейшие целенаправленные исследования этого интересного явления позволят уточнить сезонную изменчивость в распределении "пятен" - она может быть связана с колебаниями стока Амазонки или сезонной изменчивостью крупномасштабных возмущений Гвианского течения - а также дополнить наши представления о конфигурации, характеристиках, времени жизни этих образований.

Литература

I. Неуймин Г.Г.,Ли М.Е.,Закирченко Ю.И. Индекс цвета вод Карибского моря и прилегающей части Атлантического океана.- В кн.: Исследования Карибского моря, Севастополь, изд.МГИ АН УССР1974

2. Steven D.M.,Brooks A.L. Identification of Amazon river water of Barbados W Indies by salinity and silicate measurement.- Marine Biology , 1972, N 14, p.345-348.

3. Mazeika A. Circulation and water masses of the Lesser Antilles.- Deutsche Hyolr.Zeitschrift. 1973. Heft 2.,p. 49-73.

4. Williams P.M. Organic and inorganic constituents of the Amazon river.- Nature, 1968, v.218, N 5145,p.937-938.

Таблица

Характеристики " пятен " контрастных вод и фона.

№ п/п	Координаты центра с.ш. з.д.	Протяженность, км	Дата начала и конца съемки	Контрастные воды T	S	SiO_3	J	pH	pCO_2	Alk	X_A	B_z
	$5^0 40'$					6,6						I7
I.	47^0	I00	7.08	28,I	34,7	6,2	I,5	8,22	3,6	2,32	0,05	42
	$6^0 30'$		I2.08									
2.	45^0	I40	I3.08	29	33,3	8,3	3	8,3I	2,8	2,04	0,06	70
	9^0		I6.08	28,3	30		40			2,05		
3.	$5I^0 50'$	2I0	I7.08	28,8	3I		50	8,3I	2,75		0,I6	
	$II^0 30'$		29.08	28,I		5	0,2	8,30		2,2		
4.	56^0	I70	30.08	28,4	33	5,5	0,45		3,0	2,3	0,05	29
	8^0		I7.09	28,5	28	I0	4	8,3I	2,9	2,26	0,08	
5.	$46^0 50'$	480	2I.09	29,5	32	I8	6	8,23	3,4	2,I4	0,06	
								8,25	3,5	2,0		

Продолжение таблицы.

№ п/п	Ф О Н								
	T	S	SiO_3	J	pH	pCO_2	Alk	χ_A	β_z
								0,05	7I
	27,I	35,2	I	0,05					
I.	28,0	36,I	2	0,I	8,25	3,4	2,36	0,06	I62
	27,9	35,I	I	0,05				0,05	50
2.	28,I	35,7	2	0,I	8,25	3,4	2,36	0,06	I00
	27,3	35		0,05				0,05	
3.	27,6	36		0,I	8,25	3,3	2,3I	0,06	
	27,5		I	0,05		3,2		0,04	
4.	27,7		2	0,I	8,25	3,3	2,3I	0,07	27
	27	35	I	0,05		3,35			
5.	28	36	2	0,I	8,25		2,3I	0,05	

T – температура C^0

S – соленость ‰

SiO_3 – концентрация кремния мкг-ат х $л^{-I}$

J – индекс цвета , ед.

pCO_2 – парциальное давление углекислого газа $I0^4$ атм

χ_A – концентрация хлорофилла "а" $мг/м^3$

β_z – биомасса зоопланктона $мг/м^3$

Alk – щелочность мг.экв $\cdot л^{-I}$

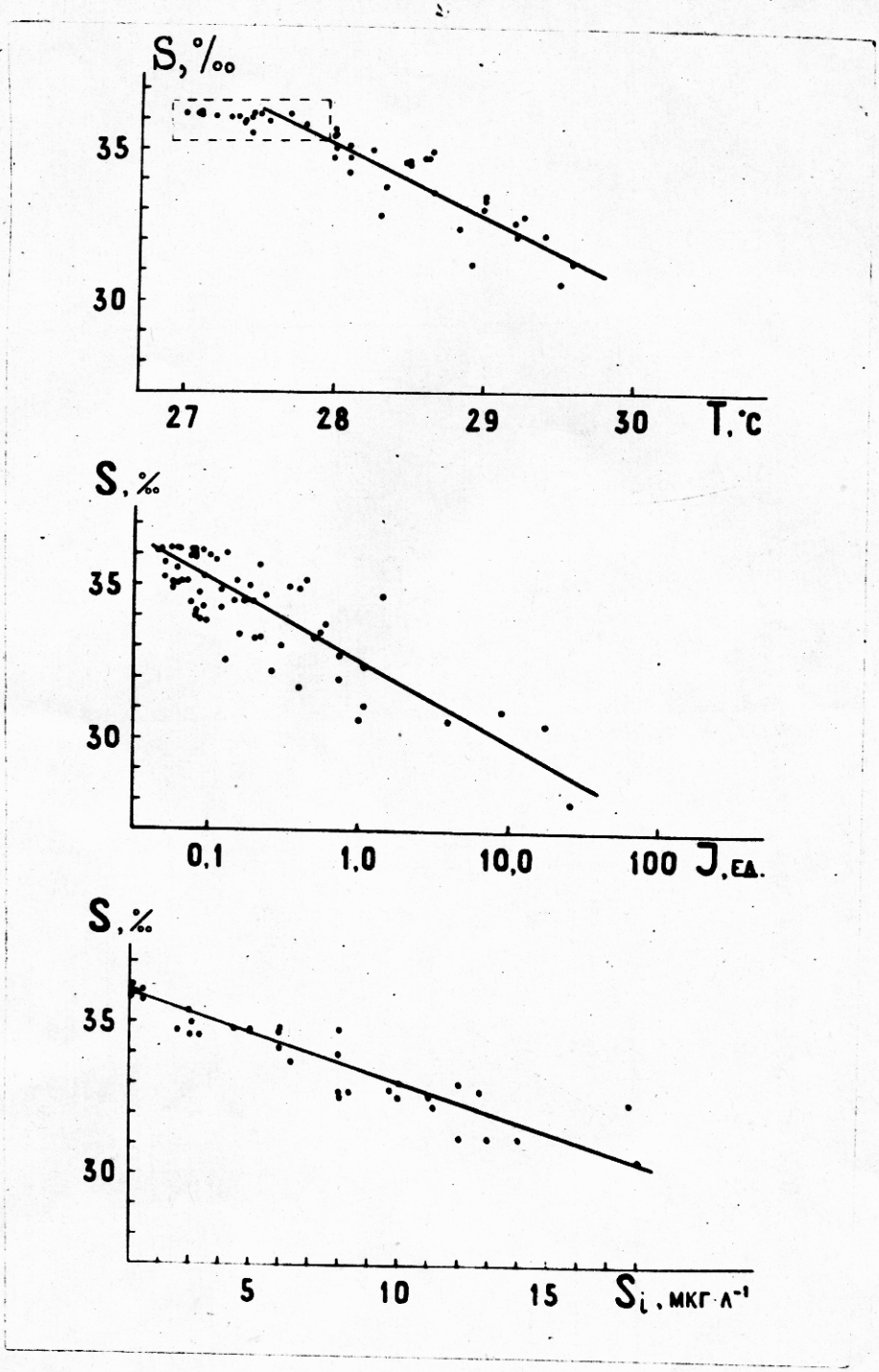

Рис. I. Корреляционные зависимости между элементами, дающими устойчивые контрасты в "пятнах" амазонских вод. Пунктиром вверху обведен диапазон изменения температуры и солености поверхностных вод на полигоне вне пятен.

Институт биологии
южных морей АН УССР
БИБЛИОТЕКА
№ 20 Дел.

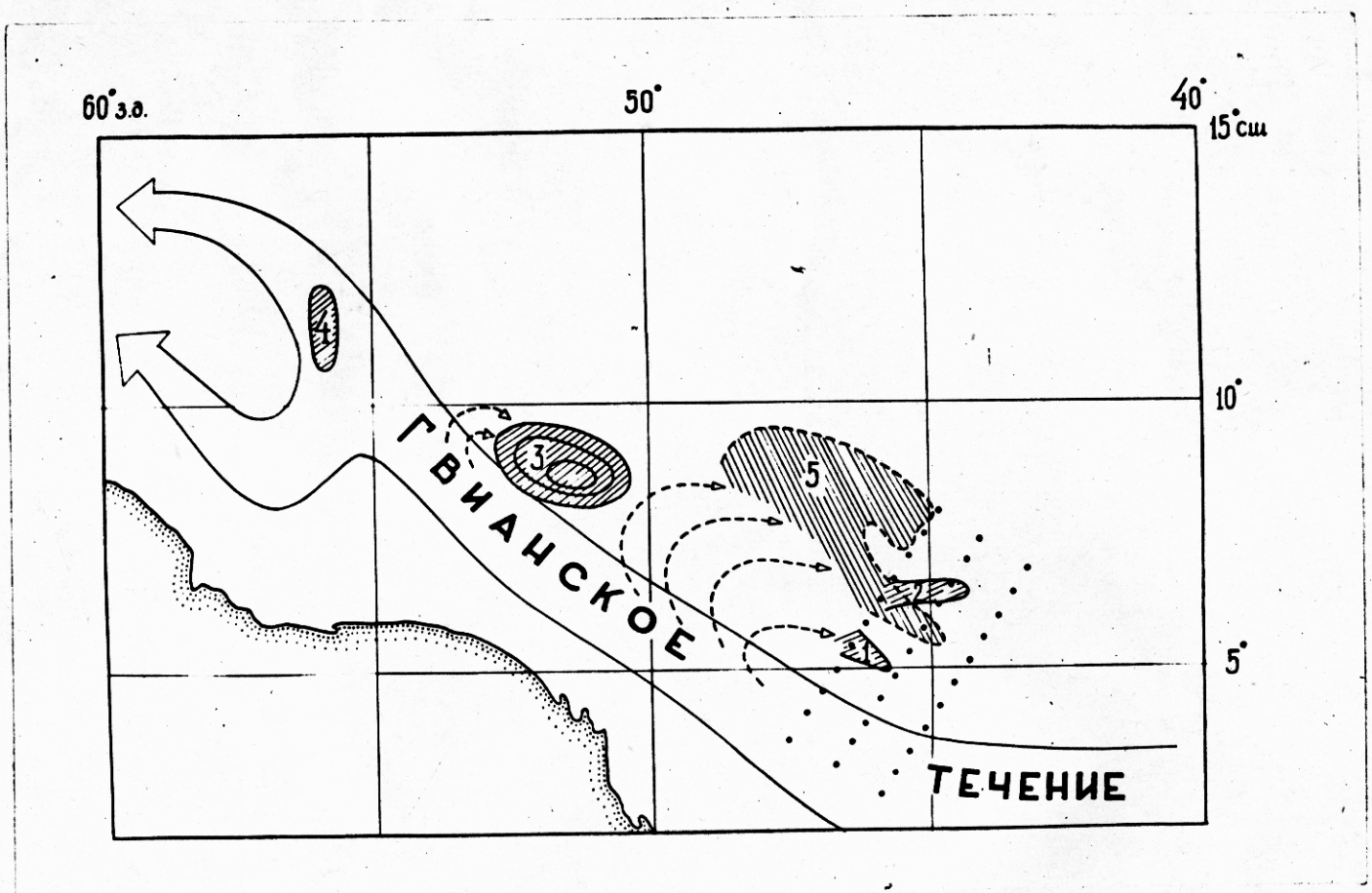

Рис. 2 Схема расположения "пятен" контрастных вод в районе Гвианского течения

Печатается в соответствии с решением Ученого Совета
Морского гидрофизического института АН УССР от 21 мая 1985 г.

вчать от 20.6.85.

.1 Цена 1-30 Зак. 32782

Производственно-издательский комбинат ВИНИТИ
Люберцы, Октябрьский пр., 403