

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

ISSN 0371—7119

ТРУДЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА

*Выпуск* **188**



ВОПРОСЫ  
ДИНАМИКИ МОРЯ

МОСКВА  
ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ  
1989

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

ТРУДЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА

*Выпуск*

188

ВОПРОСЫ  
ДИНАМИКИ МОРЯ

Под редакцией  
кандидатов физ.-мат. наук Г. Ф. САФРОНОВА,  
техн. наук Б. Л. ЛАГУТИНА,  
д-ра физ.-мат. наук Г. В. МАТУШЕВСКОГО



МОСКВА · МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРИЗДАТА — 1989

## СОДЕРЖАНИЕ

А. С. Цветинский. Гидродинамическая модель приливных движений в Онежском заливе Белого моря . . . . .	3
В. В. Елисов. Моделирование вертикальное перемешивания в приливном море . . . . .	18
Хосе Менендес Куэста, Г. Ф. Сафронов. Распространение, трансформация длинной волны в узком полузамкнутом канале и возбуждение в нем собственных колебаний в зависимости от вида граничных условий на открытом конце . . . . .	27
Ю. Г. Филиппов. Моделирование длинноволновых процессов в Черном море в приближении двух- и трехслойной жидкости . . . . .	39
Нгуен Нгок Тви. Гидродинамическое моделирование распространения приливных волн в речной системе дельты Меконга . . . . .	45
Нгуен Нгок Тви. Построение атласа приливов . . . . .	52
Е. С. Нестеров, Л. В. Нечволодов, Л. П. Секретова. Моделирование термической структуры деятельного слоя Норвежского моря . . . . .	62
В. И. Калацкий. Особенности моделирования квазиоднородной структуры деятельного слоя океана . . . . .	69
С. Ю. Соколов. Некоторые особенности гидрологической структуры вод северо-восточной части Тропической Атлантики по данным эксперимента ФРОНТЭКС-86 . . . . .	74
Н. Н. Бондаренко, Ю. В. Жук, Е. В. Крыленко. Точность задания граничных условий при моделировании деятельного слоя в оперативной практике . . . . .	80
Ю. Г. Филиппов. Об учете адвекции скорости при численном моделировании эволюции гидрологических полей на океанографическом полигоне . . . . .	86
И. М. Абдуллаев. Стационарная модель ветрового перемешивания в верхнем слое моря . . . . .	89
Нгуен Нгок Тви. Тропические циклоны и штормовые нагоны в прибрежных водах Вьетнама . . . . .	98
Л. М. Воронин. Влияние стратификации приповерхностного слоя атмосферы и температуры поверхности океана на параметры ветрового волнения . . . . .	102
Л. М. Воронин. Расчет характеристик ветра и волн в морях с тропическими циклонами (на примере Японского моря) . . . . .	112
К. В. Показеев, Фам Нгок Тхань. Изменчивость ветро-волновых условий в Японском море по данным буйковых измерений . . . . .	122
К. В. Показеев. Модуляция ветровой ряби длинными волнами . . . . .	125
М. У. Вапняр, З. И. Татлыева. О характере многолетнего распределения высот волн на Каспийском море . . . . .	132
Б. М. Таран. Расчет перераспределения льда в Азовском море с учетом предполагаемого строительства гидротехнических сооружений . . . . .	138
Н. А. Афанасьев, В. П. Белов, И. Г. Матвейчук, Ю. Г. Филиппов. Расчет течений и переноса нефтяных углеводородов у западного побережья Среднего Каспия . . . . .	146
Р. В. Гаврилюк. Освещенность оперативной гидрометеорологической информацией северной части Атлантического океана . . . . .	151

$$M_{\text{НУ}} = 362,9 \times 365 \times 0,47 = 58,5 \text{ тыс. т.}$$

При расчете массы НУ, поступающей из Северного Каспия с учетом данных таблицы, приняты следующие допущения: длина участка — 300 км, ширина — 7,5 км; объем вод, принятый в расчете, — 22,5 км<sup>3</sup>; средняя скорость СЗ ветра — 10 м/с; концентрация НУ в Северном Каспии в 1985 г. — 0,25 мг/л.

По таблице расчетная скорость распространения примеси от северной до южной границ полигона (длиной 300 км) при СЗ ветре силой 10 м/с составляет 16 сут. В этом случае масса НУ, проходящая через выделенную зону, составляет

$$M_{\text{НУ}} = 0,25 \times 22,5 \times 365 / 16 \times 0,47 = 60,3 \text{ тыс. т.}$$

Таким образом, величины массообмена, рассчитанные двумя независимыми способами, оказались практически одинаковыми. Этот результат может служить косвенным подтверждением хорошего совпадения расчетов по гидродинамической модели с натурными данными.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчет турбулентных потоков тепла, влаги и количества движения над морем. Методические указания. — Л.: Изд. ГГО им. А. И. Воейкова, 1981. — 56 с.
2. Рекомендации по расчету течений в шельфовой зоне морей. — М.: Изд. ГОИН, 1979, с. 102—106.
3. Bretschneider C. L. On wind tides and longshore current over continental shelf due to winds blowing at an angle to the coast. — Nat. Eng. Sci. Co. Tech. Rep. No, 1966, N 134, p. 9—36.

Р. В. ГАВРИЛЮК

### ОСВЕЩЕННОСТЬ ОПЕРАТИВНОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Вопрос о надежности и полноте исходной информации имеет первостепенное значение при разработке методов прогноза температуры воды и их апробации. Для реализации этих методов необходима информация о начальных полях температуры воды и воздуха, облачности, влажности и скорости ветра на всей акватории исследуемой области. Основным источником оперативной гидрометеорологической информации на акватории океана являются наблюдения попутных транспортных и промысловых судов. По оценкам [8] каждые 12 ч с акватории северного полушария поступает 1200 сообщений о гидрометеорологических элементах: на долю Атлантического океана приходится несколько меньше половины этой информации.

Несмотря на то что общее количество данных относительно велико, его явно недостаточно для того, чтобы построить статистически достоверные карты распределения гидрометеозлементов, осредненные за короткие промежутки времени.

В оперативной практике при построении карт какого-либо гидрометеорологического элемента, осредненного за определенные промежутки времени, поступают следующим образом. Акваторию океана разбивают на квадраты, вычисляя для каждого из них среднее значение элемента и наносят его в центре квадрата. Но при малых интервалах осреднения (3—5 сут) из-за недостаточной освещенности большинства районов океана данными наблюдений этот способ дает большие ошибки.

Если выбрать квадраты поменьше, то в каждый из них попадет малое число наблюдений, а в некоторых квадратах их не будет совсем. Если же выбрать большие квадраты, то картина получится сглаженной. При этом разность между фактическими значениями температуры воды в центре квадрата и осредненным может составлять несколько градусов.

В Гидрометцентре СССР при построении полей температуры воды данные четырехсуточных ежесуточных наблюдений за пять суток наносятся на карту в тех точках, где выполняются наблюдения, затем полученные данные анализируются. Изотермы проводятся через  $2^{\circ}\text{C}$ . При построении карт учитываются гидрологические условия в данном районе (течения, выходы холодных глубинных вод, прогрев в районах банок и т. д.), а также предшествующее распределение температуры. Карты распределения температуры воздуха и облачности строятся аналогично.

Если карту облачности за пятидневку вычертить невозможно, то рассчитываются средние значения для выбранных квадратов [5]. Недостаток применяемого метода анализа заключается в его известной субъективности. Автоматизированные методы обработки данных с использованием объективного анализа в оперативной практике широкого внедрения пока не нашли. Малое количество данных в отдельных районах океана не дает представления о фактических полях гидрометеозлементов и, следовательно, корреляционные функции, рассчитанные для оптимальной интерполяции, могут привести к большим ошибкам [3].

Несмотря на указанные недостатки синоптического метода, карты осредненной за пять суток температуры поверхности океана, построенные в Гидрометцентре СССР, широко используются в практике обслуживания судов МРХ как начальные условия для долгосрочного (с заблаговременностью один месяц) прогнозирования структуры деятельного слоя океана.

Слабая освещенность информацией и несовершенство методов ее обработки еще в большей степени сказываются в оперативных условиях НИСП. При работе в открытых районах океанов на значительном удалении от отечественных радиометцентров оперативная гидрометеорологическая информация принимается от зарубежных источников.

Так, северная часть Атлантического океана (севернее  $40^{\circ}$  с. ш.) освещается радиометцентром Оффенбах, южная (южнее  $40^{\circ}$  с. ш.) — радиометцентром Майами. Качество и объем этой информации зависят от степени удаленности судна от передающего центра, условий радиосвязи, помех, вызванных работой судовых передающих станций и многих других причин, поэтому использование только этой информации не дает достоверного представления о реальных полях гидрометеозлементов. Это в большей степени относится к полям температуры воды, поскольку в судовых телеграммах чаще всего отсутствуют группы, содержащие именно эту информацию. Большой достоверностью, на наш взгляд, обладает информация о температуре поверхности океана, передаваемая зарубежными радиометцентрами по факсимильной связи.

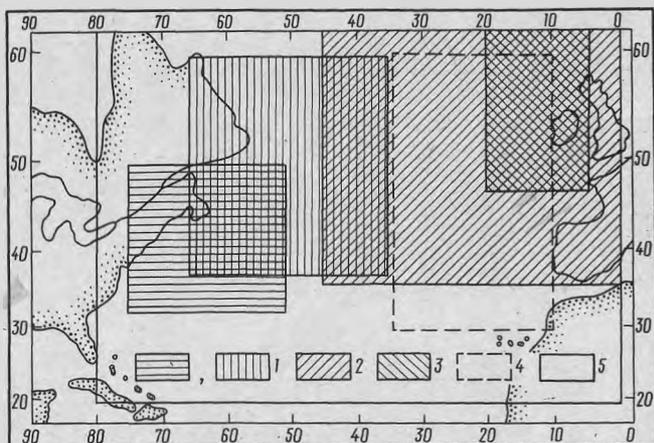


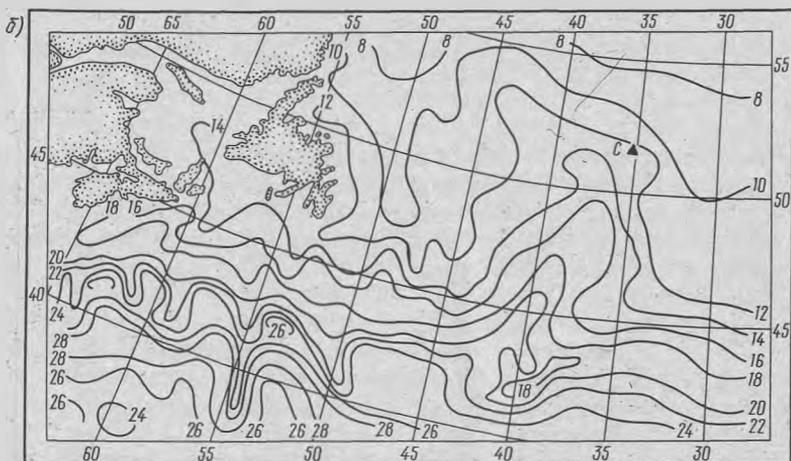
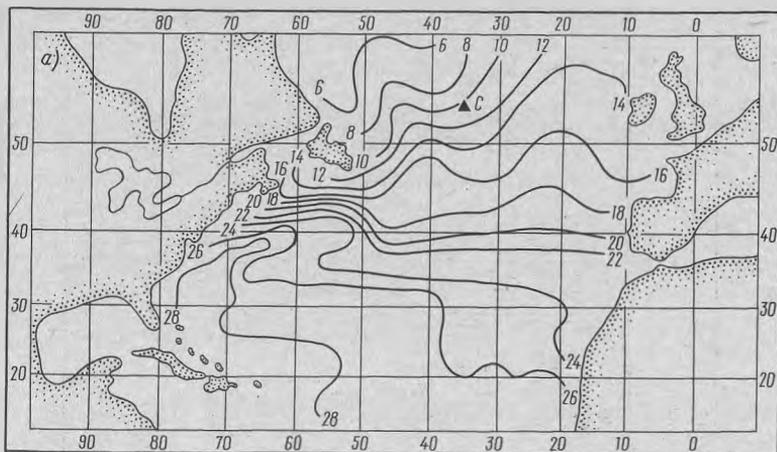
Рис. 1. Районы освещения информацией о температуре воды на поверхности океана различными радиометцентрами:  
 1 — Галифакс; 2 — Нортвуд; 3 — Бракнелл; 4 — Мадрид; 5 — Норфолк и Москва

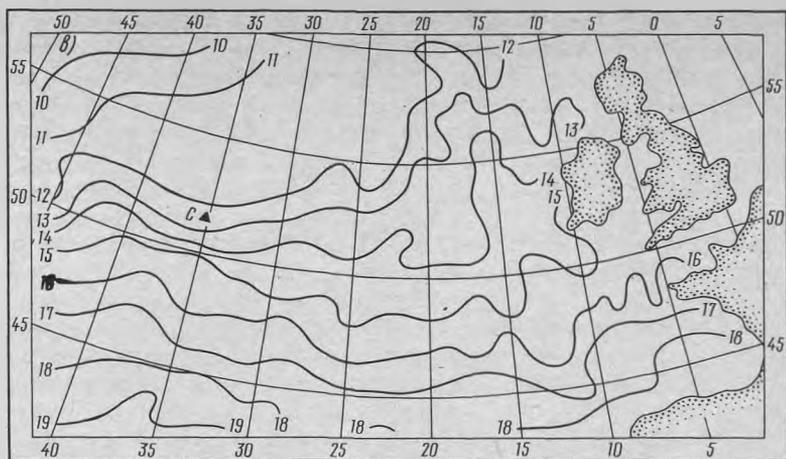
Для северной части Атлантического океана число радиометцентров, передающих такую информацию, достаточно велико.

На рис. 1 показаны районы освещения информацией о температуре поверхности океана различными радиометцентрами. Наибольший район охватывают карты РМЦ Москва и Норфолк. Методика получения карт РМЦ Москва описана ранее. Основой служит массовая судовая информация, осредненная за 5 сут. На наш взгляд, поля температуры, полученные таким способом, чрезвычайно сглажены (рис. 2а). Методика построения карт РМЦ Норфолк нам неизвестна. Однако хотя эта информация передается ежедневно, поля температуры также сглажены.

Западная часть Северной Атлантики освещена картами, передаваемыми РМЦ Галифакс (рис. 2б). О методике составления этих карт известно мало. Осреднение информации производится за

3—4 сут, пространственный масштаб осреднения —  $1^\circ$ . Вероятно, основой для получения этих карт, кроме судовых наблюдений, служит спутниковая информация и данные самолетного зондирования. Сравнение этих карт с картами температуры воды на поверхности океана, построенными по материалам квазисиноптических съемок одновременно несколькими судами, обнаружило расхождения в несколько градусов [4]. Причиной последних можно считать неодинаковое количество данных наблюдений, положенных в их основу. Несмотря на этот недостаток, факсимильные карты РМЦ Галифакс обладают рядом достоинств: прежде всего, регулярностью и детальностью, что позволяет их использовать для анализа термических условий в этом районе.





Восточная и северо-восточная часть Атлантического океана освещена картами, передаваемыми РМЦ Мадрид, Нортвуд и Бракнелл. Наиболее подробные карты РМЦ Нортвуд (рис. 2 б) и РМЦ Бракнелл. Дискретность их передачи 4—5 сут, пространственный масштаб осреднения — 2,5°, район освещения РМЦ Нортвуд охватывает 35—60° с. ш., 0—45° з. д. РМЦ Бракнелл передает информацию о температуре поверхностного слоя воды для района Норвежского моря. Что же касается карт РМЦ Мадрид (рис. 2 г), то они сильно сглажены. Информация передается ежедневно, но ни временные, ни пространственные масштабы осреднения, положенные в основу анализа, неизвестны.

Таким образом, северная часть Атлантического океана освещена факсимильной информацией о температуре поверхности океана достаточно подробно. Хотя в основе первичного анализа этой информации лежат различные пространственно-временные масштабы осреднения, регулярность ее поступления дает представление о преобладании полей температуры. Совмещение

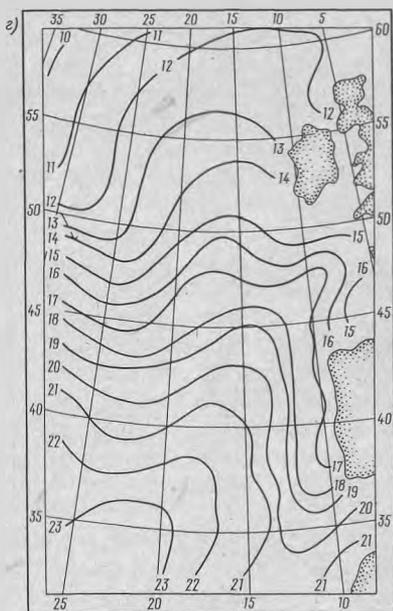


Рис. 2. Температура воды на поверхности океана за период 5—9 августа 1986 г. по данным РМЦ Москва (а), Галифакс (б), Нортвуд (в), Мадрид (г)

карт с близкими пространственно-временными масштабами осреднения позволяет использовать получаемую информацию в качестве начальной для расчетов и прогнозов полей температуры воды.

Для краткосрочных прогнозов в северной части Атлантического океана в качестве начальной информации о температуре поверхности океана предпочтительнее использовать факсимильные карты РМЦ Галифакс и Нортвуд. Пространственно-временные масштабы осреднения этих карт близки, а их совмещение позволяет считать эту информацию квазисинхронной для района, ограниченного  $35-60^\circ$  с. ш. и  $10-60^\circ$  з. д.

Для расчетов скоростей ветра используется реальная и прогностическая информация о приземном атмосферном давлении, передаваемая различными радиометцентрами по факсимильной связи. Для северной части Атлантического океана прогностическая информация о барических полях передается с заблаговременностью 24, 48, 72, 96, 120 и 114 ч. Наиболее надежна информация с заблаговременностью 24, 48 и 72 ч, передаваемая РМЦ Бракнелл.

Прогнозы барического поля с большей заблаговременностью передаются радиометцентрами Гамбург и Москва. Однако предпочтительнее, на наш взгляд, информация, передаваемая РМЦ Гамбург. На картах, составляемых в Гидрометцентре СССР по схеме СМ-15 [7], освещаемый район Атлантического океана расположен севернее  $40^\circ$  с. ш. и находится на обрезе карты и, кроме того, прогностические поля менее детализированы по сравнению с аналогичной информацией РМЦ Гамбург.

Для реализации методов прогноза термической структуры деятельного слоя океана необходимы также данные о температуре воздуха, облачности и влажности. Основным источником этой информации являются судовые сводки, передаваемые в коде КН-01. С помощью устройства УПД МЛ ЕС-9002 судовая телетайпная информация записывается на магнитную ленту. Затем осуществляется обработка ее комплексом сервисных программ. Проводится статистическая коррекция телеграмм; исключаются сбойные ситуации, символы латинского регистра переводятся в цифровой, производится выделение и раскодировка радиограмм по коду КН-01.

Для получения полей гидрометеозлементов на основе этой информации используется комплекс программ. Осуществляется контроль на физически допустимые параметры, отбраковываются повторные сводки, оценивается объем информации, участвующей в обработке. Для восстановления полей гидрометеозлементов используется метод весовой интерполяции в узлы произвольно выбранной сетки с любым пространственным разрешением. Такой способ автоматизированного сбора и обработки судовой информации апробировался на НИСП «Георгий Ушаков» летом 1985 г.

Принимались и обрабатывались сводки за четыре основных срока, передаваемые РМЦ Оффенбах. Анализ показал значительные преимущества автоматизированного сбора информации по сравнению с ручной обработкой. Объем поступающей информа-

ции возрос в 2—2,5 раза. Среднее количество раскодированных радиограмм для района Северной Атлантики составило 400—500 штук за сутки что сравнимо с объемом информации, поступающей по каналам связи в Гидрометцентре СССР [8].

Очевидно, судовая телетайпная информация может быть дополнением к той информации, которая передается по факсимильной связи. Однако методы ее анализа требуют дальнейшего развития и совершенствования.

Для верификации моделей деятельного слоя океана, кроме оперативной гидрометеорологической информации, необходимы также климатические данные. Среднемесячные потоки тепла на поверхности раздела «океан—атмосфера» можно получить по данным Атласа теплового баланса земного шара [1]. Поток тепла рассчитывается как сумма трех составляющих — радиационного баланса, затрат тепла на испарение и на турбулентный теплообмен океана с атмосферой. Сезонные поля скорости ветра 50%-ной обеспеченности построены по данным Атласа волнения и ветра Атлантического океана [2].

В качестве начального среднего многолетнего распределения толщины квазиоднородного слоя океана в Северной Атлантике используются данные, опубликованные в работе [6]. Характеристика массивов исходных данных, необходимых для прогнозов термической структуры деятельного слоя океана для района Северной Атлантики, представлена в таблице.

**Характеристика массивов исходных данных, необходимых для прогнозов термической структуры деятельного слоя океана в Северной Атлантике**

№ п/п	Массив	Источник информации	Район
1	Температура поверхности океана	Факсимильные карты РМЦ Нортвуд	35—80° с. ш., 10—45° з. д.
2	Температура поверхности океана	Факсимильные карты РМЦ Галифакс	35—60° с. ш., 35—60° з. д.
3	Температура поверхности океана	Телетайпные сводки РМЦ Оффенбах	40—60° с. ш., 10—60° з. д.
4	Температура воздуха	То же	40—60° с. ш., 10—60° з. д.
5	Общая облачность	»	40—60° с. ш., 10—60° з. д.
6	Прогностические поля атмосферного давления с заблаговременностью 24, 48, 72, 96, 120 ч	Факсимильные карты РМЦ Бракнелл, Париж, Гамбург, Москва	35—60° с. ш., 10—60° з. д.
7	Среднемесячные потоки тепла на поверхности раздела «океан—атмосфера»	Атлас теплового баланса [1]	35—60° с. ш., 10—60° з. д.
8	Среднемесячные поля скорости ветра 50% обеспеченности	Атлас волнения и ветра Атлантического океана	35—60° с. ш., 10—60° з. д.
9	Среднемесячное распределение толщины квазиоднородного слоя океана в Северной Атлантике	Атлас [6]	35—60° с. ш., 10—60° з. д.

Таким образом, для верификации моделей деятельного слоя океана в Северной Атлантике необходимо использовать как информацию, поступающую в факсимильном режиме, так и по каналам связи. Дальнейшие работы по совершенствованию методов обработки исходной информации должны быть направлены на создание технологии автоматизированной обработки факсимильных карт и привлечения доступной спутниковой информации о радиационной температуре поверхности океана и облачности в видимом диапазоне частот.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас теплового баланса земного шара. — М.: Гидрометеиздат, 1963. — 69 с.
2. Атлас океанов. Том II. Атлантический и Индийский океаны. — ГУНИО МО СССР, 1977. — 351 с.
3. Багров А. Н., Кожевникова Н. Н. Объективный анализ температуры поверхности океана в северном полушарии. — Метеорология и гидрология, 1981, № 12, с. 69—76.
4. Баранов Е. И. Динамика и структура фронтальной зоны Гольфстрима. — Океанологические исследования, 1971, № 22, с. 94—153.
5. Глаголева М. Г., Скриптунова Л. И. Прогноз температуры воды в океане. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 167 с.
6. Кузнецов А. А. Верхний квазиоднородный слой Северной Атлантики. — Обнинск, 1982. — 82 с.
7. Курбаткин Г. П. О развитии численных методов прогноза погоды в Гидрометцентре СССР. — Метеорология и гидрология, 1986, № 1, с. 112—118.
8. Угрюмов А. И. Тепловой режим океана и долгосрочные прогнозы погоды. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — 176 с.