

малии, при которых наблюдается степенной рост амплитуд волн со временем. Весьма часто волна перед протяженным возмущением оказывается наибольшей по амплитуде, что было показано в работе С.Ф. Доценко и В.М. Савоськина (1993) применительно к Тропической Атлантике.

Установившаяся задача о трехмерных линейных волнах, генерируемых горизонтально движущимся в потоке однородной жидкости подводным источником гармонической по времени обильности, впервые исследована Л.Н. Сретенским (1954). Аналогичная задача о генерации неустановившихся поверхностных волн пульсирующими поверхностными давлениями в потоке бесконечной глубины рассматривалась различными методами С.С. Войтом (1963) и В.С. Федосенко (1971). В работе С.Ф. Доценко и В.М. Савоськина (1982) эти результаты были обобщены на случай океана конечной глубины.

Исследование процессов развития трехмерных внутренних и гироскопических волн, генерируемых в непрерывно стратифицированном океане конечной глубины движущимися по поверхности океана возмущениями переменной интенсивности, выполнено в цикле работ С.Ф. Доценко и В.М. Савоськина (1984, 1991). Благодаря вращению Земли могут возбуждаться пространственные гироскопические волны. Кроме того, оно приводит к появлению новых систем внутренних волн, не имеющих аналога в невращающейся жидкости. Установлено, что для каждой вертикальной моды внутренних волн существует шесть качественно различных волновых режимов, два из которых соответствуют субинерционным периодам колебаний внешнего возмущения и возможны только во вращающемся океане. Для любой моды волновое поле формируется из 4 – 6 пространственных систем прогрессивных волн, локализованных в определенных угловых областях и имеющих неодинаковое развитие в пространстве. Как и в плоском случае, существуют значения параметров, при которых возбуждаются волны перед генератором. Показано, что при определенном соответствии безразмерных параметров задачи для отдельных мод существует аналогия между возможными классами пространственных полей внутренних и гироскопических волн.

4.4. ДИНАМИКА ВЫНУЖДЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В МОРСКИХ ТЕЧЕНИЯХ

Исследования процессов генерации, развития и распространения поверхностных и внутренних гравитационных волн, в том числе и корабельных, проводятся, как правило, в покоящейся в невозмущенном состоянии среде или в стационарном потоке жидкости, текущей с постоянной по глубине скоростью, что не всегда является достаточно хорошим приближением к реальному океану. Многочисленные измерения вертикального распределения скоростей течений в океанах и морях показывают значительные изменения как модуля, так и направления вектора скорости течения по глубине, а также во времени. Приведенные данные свидетельствуют о том, что целесообразно разрабатывать новые модели и обобщать работы по теории пространственных поверхностных и внутренних гравитационных волн на случай учета вертикальной структуры и нестационарности течений. Ниже излагаются результаты исследований за последние 20 лет, выполненные в этом направлении в МГИ.

В общем виде задача изучения генерации и распространения пространственных волн в горизонтальных морских течениях однородной жидкости, скорость которых аппроксимируется кусочно-линейной функцией глубины и не имеет разрывов на границах соседних слоев, рассмотрена в работах А.М. Суворова и Л.В. Черкесова (1976 – 1980), А.М. Суворова (1978, 1979, 1982), А.М. Суворова и А.Н. Тананаева (1980, 1984, 1987), А.М. Суворова, А.Н. Тананаева и Л.В. Черкесова (1980, 1981). При этом на поверхности моря задается движущаяся с постоянной скоростью ограниченная в пространстве область нормальных напряжений, моделирующая волнообразующее действие плывущего корабля, перемещающегося циклона или какого-либо другого надводного объекта. Следует отметить, что генераторами волнового следа могут быть также неровности дна бассейна и при их обтекании потоком жидкости, источник, сток, система источник – сток или распределение источников и стоков массы внутри жидкости, эффект воздействия которых на жидкость соответствует влиянию, например, движущегося подводного объекта. Решение исходной краевой задачи, включающей уравнения гидродинамики для каж-

дого из слоев жидкости, соответствующие граничные и нулевые начальные условия, находится с помощью интегральных преобразований Фурье – Лапласа.

На основе полученного интегрального представления выполнен общий анализ структуры волнового движения, выведены асимптотические соотношения, описывающие дальнейшее волновое поле. Для ряда конкретных распределений скорости течения получены критерии устойчивости волнового движения на фоне сдвиговых течений.

Аналитико-численное исследование зависимостей параметров корабельных поверхностных волн, а именно областей локализации волнового следа, фазовых портретов, скоростей распространения передних фронтов волн и амплитудных характеристик волн от вертикальной структуры течений проведено для однослойного и двухслойного распределений скорости течения моря по глубине. Вычисления волнового поля в дальней зоне проводились как по асимптотическим формулам, так и путем применения к интегральным решениям методов расчета интегралов с быстроосциллирующей подынтегральной функцией, а в ближней волновой – посредством численного нахождения интегральных представлений.

Получен следующий результат, который не наблюдается в течениях без сдвига скорости: для некоторых значений параметра, характеризующего сдвиг скорости течения, предельный угол волнового следа, включающего системы продольных и поперечных волн, может быть меньше $19^{\circ}28'$. Проанализированы вынужденные трехмерные вихревые волны, возникающие на границе раздела слоев и обусловленные разрывом скорости фонового течения. Получены оценки влияния сдвига скорости течения на характерное время стационарирования волновых возмущений. Проведено сопоставление различных методов расчета волнового поля, опирающихся на использование асимптотических оценок и на прямые вычисления однократных и двукратных интегралов.

Обобщение описанной выше модели на случай резонансной генерации слабонелинейных поверхностных гравитационных волн в сдвиговых течениях однородной жидкости для близких к критическим значениям числа Фруда дано А.М. Суворовым (1984, 1985), А.М. Суворовым и В.А. Гаврышем (1987). С помощью метода многомасштабных асимптотических разложений выведено неоднородное уравнение Кортевега – де Вриза, описывающее вынужденное волновое движение на поверхности сдвигового потока однородной жидкости. Решение указанной краевой задачи найдено численно методом конечных разностей.

Выявлено влияние постоянного сдвига скорости течения на вынужденные возмущения жидкости, включающие излучаемые вверх по направлению движения генератора уединенные волны, расширяющееся со временем понижение уровня моря за генератором волн и излучаемый в подветренном направлении цуг поверхностных волн. Установлено, в частности, что для фиксированного момента времени с ростом сдвига скорости течения число излученных уединенных поверхностных волн возрастает.

Исследование влияния нестационарной составляющей фонового течения на вынужденные двумерные и трехмерные поверхностные гравитационные волны выполнено А.М. Суворовым (1982, 1983, 1985).

Для адекватного описания процессов генерации и распространения волн в морях и океанах необходим учет вертикальной плотностной стратификации. Этот случай, включающий исследование пространственных поверхностных и внутренних гравитационных волн в n -слойном по плотности и кусочно-линейном по горизонтальной скорости морском течении, анализировался в работах А.М. Суворова, А.Н. Тананаева и Л.В. Черкесова (1980, 1981, 1984), А.М. Суворова и А.Н. Тананаева (1979, 1980, 1983), А.М. Суворова, С.М. Хартиева и А.Н. Тананаева (1987).

Расчеты предельных углов внутреннего волнового следа, фазовых картин, амплитудных характеристик как в окрестности генератора волн, так и в дальней волновой зоне, скоростей распространения передних фронтов развивающихся в пространстве внутренних волн, времени установления волнового движения в зависимости от параметров сдвигового течения и морской среды проводились на основе полученных асимптотических выражений, расчета полуасимптотических оценок в форме однократных интегралов и прямого расчета двукратных интегралов. В качестве генератора волн выступала либо движущаяся по поверхности моря с постоянной скоростью область нормальных напряжений, либо обтекаемая стратифицированным сдвиговым потоком неровность дна. Осуществлено сопоставление различных схем расчета характеристик внутреннего волнового следа.

Одним из существенных результатов, установленных на основе аналитико-численного исследования параметров вынужденных внутренних волн, является асимметрия волнового следа волн относительно направления движения генератора волн, четко проявляющаяся как в картине волновых фронтов, так и в амплитудных характеристиках корабельных внутренних волн. При этом речь идет не о простом сносе течением известной классической (кельвиновской) картины корабельных волн, симметричной относительно курса движения корабля в покоящейся в невозмущенном состоянии среде. В случае простого сноса картины волн течением с помощью преобразования координат может быть найдена ось, относительно которой волновой след будет симметричным. В отмеченном нами случае отсутствует преобразование координат, которое позволило бы найти ось симметрии волнового следа. Эффекты асимметрии волнового следа полностью обусловлены изменением как модуля, так и направления вектора скорости фоновое течения по глубине. Амплитуды внутренних волн слева и справа относительно оси движения генератора волн могут различаться по результатам расчетов в несколько раз.

Этот теоретический результат подтверждается данными экспериментальных исследований Н.Г. Кожелуповой, Ю.З. Миропольского и Б.Н. Филюшкина (1975), выполненных в центральной части Атлантического океана. Анализ корреляционных функций колебаний температуры воды на различных горизонтах позволил авторам сделать предположение, что изменение направления максимального радиуса корреляции и связанного с ним генерального направления распространенных внутренних волн с ростом глубины связано с поворотом вектора скорости фоновое течения. Отмечено также, что теоретическая интерпретация такого поведения внутренних волн затруднительна, поскольку для определения в явном виде генерального направления распространения внутренних волн в зависимости от глубины требуется решить весьма сложную краевую задачу с учетом распределения по глубине составляющих скорости среднего течения и плотности жидкости.

Модели генерации линейных трехмерных внутренних гравитационных волн в море с достаточно произвольным устойчивым непрерывным по глубине распределением скорости течения и плотности жидкости представлены в цикле работ А.М. Суворова (1981, 1983, 1984). Генератором волн является движущееся пространственное распределение источников и стоков внутри жидкости. Решение краевых задач находится с помощью преобразования Фурье и функции Грина. Описана общая методика анализа структуры волнового движения, рассмотрены свойства задачи на собственные значения, определяющей особые точки подынтегральной функции и, соответственно, системы поперечных и продольных волн за генератором волн. Далее с помощью метода диссипативных сил Рэлея, применяемого для выбора пути обхода полюсов, методов теории вычетов и стационарной фазы находится аналитическое представление волнового следа вдали от генератора. Отмечается, что изменение модуля и направления вектора скорости течения с глубиной существенно влияет на структуру внутреннего волнового следа и учет этих факторов в морских районах с интенсивными течениями важен для правильного количественного описания волнового движения.

Описанные выше исследования пространственных внутренних гравитационных волн в сдвиговых морских течениях проводились в рамках линейной теории. Однако наблюдения параметров внутренних волн в отдельных районах Мирового океана указывают на отличие их структуры от предсказуемой в рамках линейной теории. Особенно это касается так называемых уединенных внутренних волн, наблюдавшихся, в частности, в Черном и Средиземном морях, в Атлантическом океане во время экспедиций на судах «Академик Вернадский», «Михаил Ломоносов» Морского гидрофизического института НАН Украины, а также в Каспийском море. Обработка данных таких наблюдений показала, что существенное влияние на волновое движение оказывают, наряду с вертикальной структурой течений, такие факторы, как нелинейность, дисперсия, дифракционные эффекты, связанные с локализацией волн в ограниченной области пространства.

С учетом изложенного из исходных нелинейных уравнений гидродинамики с помощью метода многомасштабных асимптотических разложений было получено в работах А.М. Суворова (1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1990, 1991) сначала для идеальной, а затем и вязкой стратифицированной жидкости обобщенное уравнение типа Кадомцева – Петвиашвили. Найденное обобщенное уравнение описывает эволюцию длинноволновых возмущений жидкости в сдвиговом потоке стратифицированной жидкости с учетом нелинейности, дисперсии, дифракции и диссипации. С помощью асимптотических методов выведены приближенные аналитические решения

указанного уравнения, выполнен анализ влияния нелинейности, дифракционных эффектов, диссипации, дисперсии, стратификации жидкости и сдвига течений на эволюцию пакета внутренних гравитационных волн.

На основе экспериментальных исследований волновых движений в Каспийском море, проведенных В.А. Ивановым, К.В. Коняевым и А.Н. Серебряным (1981), выявлен резкий подъем термоклина (бор на термоклине), сопровождающийся интенсивными короткопериодными внутренними волнами. При этом отмечалось присутствие ветра в момент появления бора с возмущениями в форме внутренних волн. В работах В.А. Иванова и А.М. Суворова (1988, 1992) на основе численного решения указанного выше уравнения, учитывающего воздействие ветра на поверхность моря, теоретически показано существование решений, соответствующих экспериментально обнаруженным в Каспии волновым движениям. Исследование позволило сделать вывод о том, что возможным механизмом образования резкого подъема термоклина в форме бора, сопровождаемого короткопериодными внутренними волнами, может быть ветровое воздействие на поверхность моря. В рамках линейной теории описать такой эффект не представляется возможным.

4.5. ГЕНЕРАЦИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН В МОРЕ С ЛЕДЯНЫМ ПОКРОВОМ

Исследованию волновых процессов различных масштабов, определяющих изменчивость гидрофизических полей Мирового океана, отводится значительная роль в решении актуальных проблем современной геофизики. Важным компонентом гидрологического режима морей полярных и умеренных широт, а также внутренних замерзающих водоемов является ледяной покров. В зимний сезон лед присутствует и в Азово-Черноморском бассейне. В экстремальные или близкие к ним по суровости зимы кромка льда в северо-западной части Черного моря может удаляться от берега на расстояние до 35 миль, а толщина льда достигает 60 см. Частично, а в суровые зимы и полностью, покрывается льдом и Азовское море. Поэтому решение задач, связанных с динамикой льда и его воздействием на волновые процессы, представляет теоретический и прикладной интерес. Ледяной покров при решении таких задач моделируется плавающей на поверхности воды пластиной, уравнение колебаний которой используется в качестве динамического граничного условия на поверхности водоема. Реологические свойства пластины сказываются на характере колебаний. Впервые такой подход был применен при получении дисперсионного соотношения для волн в абсолютно упругой льдине, плавающей на поверхности однородного слоя воды постоянной глубины (A.G. Greenhill, 1987). В последующие годы вопросам динамического отклика системы лед – вода на действие возмущающих сил был посвящен ряд работ отечественных и зарубежных ученых. Обзор теоретических и экспериментальных исследований, в значительной мере касающихся движущихся возмущений, содержится в работах Д.Е. Хейсина (1967), P. Wadhams (1986), R.J. Hosking, A.D. Sneyd, D.W. Waugh (1988), T. Takizawa (1988), D.G. Duffy (1991), V.A. Squire, R.G. Hosking, A.D. Kerr, P.J. Langhorne (1996), A.E. Bukatov, V.V. Zharkov (1997).

Остановимся кратко на ряде результатов теоретических исследований, проводившихся по данной тематике в МГИ с 1968 г.

При движении волны атмосферного давления в полосе поверхности плавающего льда выполнен анализ зависимости дисперсионных свойств и направления распространения генерируемых изгибно-гравитационных поверхностных волн от ледовых условий, длины и фазовой скорости движения волны атмосферного давления (А.Е. Букатов и Л.В. Черкесов, 1969).

Проведено исследование неустановившихся поверхностных изгибно-гравитационных волн, образующихся под действием в ограниченной области периодических по времени и импульсных возмущений (А.Е. Букатов, 1970; А.Е. Букатов и Л.В. Черкесов, 1970, 1971; А.Е. Букатов и А.А. Ярошенко, 1980). Изучена пространственно-временная эволюция заданного начального смещения поверхности лед – вода и волнового возмущения, генерируемого вертикальным смещением участка дна бассейна. Определена зависимость волновых характеристик от вида возмущений, упругих и массовых сил ледяного покрова, продольного ледового сжатия.

Исследовано развитие изгибно-гравитационных волн при движении по ледяному покрову плоского фронта постоянных или распределенных в полосе периодических по времени давлений (А.Е. Букатов и Л.В. Черкесов, 1975, 1977; А.Е. Букатов, 1975; С.Ф. Доценко и Л.В. Черкесов, 1977; А.М. Суворов, 1979; А.М. Суворов и Л.В. Черкесов, 1980). Получены условия возбу-

ждения поверхностных волн перед областью давлений и за ней. Изучена зависимость фазовых скоростей и скоростей распространения передних фронтов волновых возмущений от толщины и модуля нормальной упругости льда, частоты колебаний и скорости перемещения давлений. Проведено сопоставление амплитуд изгибных и гравитационных волн, дана оценка влияния вертикального сдвига подводного течения на волновые характеристики.

При движении плоского фронта давлений рассмотрено и влияние продольного ледового сжатия (растяжения) на развитие колебаний льда и возмущений однородной жидкости под ним (А.Е. Букатов, 1979, 1980, 1981, 1983, 1984; А.Е. Букатов и В.И. Мордашев, 1981). Определено сжимающее усилие, приводящее к изменению характера волнового движения, и установлено существование волн, обусловленных сжатием. Выявлены условия возбуждения волн, формирующих колебания льда и жидкости, исследована их дисперсия, оценен вклад в волновое движение и напряжение изгиба льда. Определены критические значения скорости движущегося фронта и исследована их зависимость от ледовых условий и частоты колебаний. Отмечена согласованность теоретических значений критической скорости фронта и частоты обусловленных сжатием изгибных колебаний льда с полученной в натурных условиях наиболее вероятной для разлома припая скоростью ветра (В.А. Спичкин, 1961) и частотой колебаний, предшествующих разлому льда (В.Н. Смирнов, 1976).

Проведен асимптотический анализ трехмерных изгибно-гравитационных волн малой амплитуды, возбуждаемых в однородном море с ледяным покровом движущейся осесимметричной областью постоянных давлений (С.Ф. Доценко, 1976, 1977, 1978). Выделены волны, обусловленные жесткостью ледяной пластины, и волны, имеющие аналог в классической теории корабельных волн. Найдены угловые зоны, где возмущения формируются этими волнами, исследованы скорости передних фронтов возмущений и определена степень пространственного затухания возмущений на лучевых границах зон.

Изучено влияние равномерного ледового сжатия на установившиеся (А.Е. Букатов и А.А. Ярошенко, 1983; А.Е. Букатов, Л.В. Черкесов и А.А. Ярошенко, 1984) и неустановившиеся (А.Е. Букатов и А.А. Ярошенко, 1984, 1985) трехмерные, типа корабельных, поверхностные волны вдали от движущейся осесимметричной области постоянных давлений. Выявлены особенности, вносимые сжатием (растяжением) в структуру волнового следа, и исследована зависимость характеристик волновых возмущений от величины сжимающего (растягивающего) усилия.

При движении по льду ограниченной области гармонически меняющихся со временем давлений определены интервалы значений частоты колебаний и скорости перемещения области с качественно отличающимися структурами генерируемых неустановившихся поверхностных возмущений (А.Е. Букатов и А.А. Ярошенко, 1986; А.Е. Букатов, 1990). Исследована зависимость критических значений (границ интервалов) скорости и частоты от характеристик льда. Выделены волновые системы, обусловленные периодическими изменениями давления. Дана оценка влияния частоты колебаний на размеры покрытых волнами угловых зон.

При малых скоростях перемещения нагрузки дан анализ зависимости образующегося под ней прогиба упругого льда от характера ее распределения в круговой области (А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1988).

Найдено решение задачи о генерации установившихся поверхностных изгибно-гравитационных волн стационарной нагрузкой, прямолинейно движущейся с произвольной постоянной скоростью по равномерно сжатому упругому ледяному покрову (А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1989). На его основе выполнен аналитический и численный анализ пространственного распределения изгибных деформаций льда под нагрузкой, перед ней и в ее ближней окрестности, а также в зоне волнового следа (А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1990; А.Е. Bukatov, V.V. Zharkov, 1997). Исследована зависимость топографии изгиба от условий генерации. Проанализировано затухание возмущений в жидкости, обусловленных прогибом льда, изгибными и гравитационными корабельными волнами. Показано, что под трассой движения нагрузки возмущения, связанные с изгибными волнами, затухают с глубиной быстрее, а с гравитационными медленнее, чем вне трассы. Выявлены закономерности, согласующиеся с результатами, ранее полученными в натурных условиях при движении нагрузки по озерному (Т. Takizawa, 1985) и морскому (V.A. Squire, P.J. Langhorne, W.H. Robinson, A.J. Heine, T.G. Haskell, 1987) льду. Дана оценка области применимости метода стационарной фазы для определения амплитудно-фазовых характеристик возбуждаемых волн (В.В. Жарков, 1991).

Рассмотрено влияние неравномерности ледового сжатия на свободные и вынужденные волны, генерируемые в однородном море периодическими атмосферными давлениями типа бегущей волны в полосе поверхности ледяного покрова (А.Е. Букатов и А.М. Гончаров, 1988, 1989) или движущейся с постоянной скоростью областью давлений (А.Е. Букатов, В.В. Жарков и Д.Д. Завьялов, 1991). Определены границы угловой зоны волновых возмущений, обусловленных сжатием. Установлена зависимость распределения волновых характеристик по частоте и длине волны давлений от величин сжимающих усилий и направления распространения волн. При движении источника постоянной интенсивности изучена зависимость волнового вектора от скорости перемещения источника, скорости и направления дрейфа льда, продольного, поперечного и сдвигового сжатия. Выявлены характерные черты годографа волнового вектора и установлены соответствующие им особенности фазовой структуры трехмерных возмущений перед нагрузкой и в волновом следе за ней. В условиях сдвигового сжатия выявлена возможность несимметричности следа относительно траектории перемещения нагрузки.

Исследованы трехмерные изгибные колебания упругого ледяного покрова, возбуждаемые сосредоточенной нагрузкой при ее движении по окружности, центр которой неподвижен или перемещается прямолинейно с постоянной скоростью (А.Е. Букатов, 1991; А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1997; А.Е. Bukatov, V.V. Zharkov, 2001). Проведен асимптотический анализ зависимости структуры изгибных колебаний льда от его жесткости, угловой скорости движения нагрузки и скорости перемещения центра ее траектории. Показано, что периодические колебания ледяного покрова, плавающего на поверхности однородной жидкости, формируются под воздействием изгибных, изгибно-гравитационных волн типа корабельных и волн спиралевидной формы. Проведено сопоставление возможных вкладов каждой из волновых систем в изгиб ледяной пластины.

Рассмотрены горизонтальные волновые течения, генерируемые в однородной жидкости конечной глубины движущейся по плавающему ледяному покрову нагрузкой постоянной интенсивности (А.Е. Букатов, Д.Д. Завьялов, 2002). Выполнен анализ зависимости пространственной структуры поля волновых скоростей от характеристик ледяного покрова и скорости перемещения нагрузки. Установлено, что скорость волновых течений, обусловленных изгибными волнами, может возрастать с увеличением скорости движения давлений, в то время как волновые течения, вызванные гравитационными волнами, монотонно затухают. Ледовое сжатие приводит к увеличению скорости горизонтальных волновых течений.

На двухслойной модели со скачком плотности (А.Е. Букатов, 1969, 1972) и моделях с непрерывным изменением плотности с глубиной (А.Е. Букатов и Л.В. Черкесов, 1972, 1974) исследовано влияние ледяного покрова на установившиеся внутренние волны, генерируемые периодическими поверхностными давлениями. Выявлена зависимость волновых возмущений от частоты колебаний, вида стратификации и вертикального градиента плотности.

Проведен асимптотический анализ развития волн, генерируемых в покрытом льдом двухслойном море импульсными и периодическими давлениями, приложенными к ограниченной области поверхности ледяного покрова, а также периодическим источником заданной интенсивности, действующим внутри жидкости (А.Е. Букатов, 1976; А.Е. Букатов и Л.В. Черкесов, 1976). Изучена зависимость структуры генерируемых колебаний, скоростей перемещения границ областей, покрытых поверхностными и внутренними волнами, и амплитуд волновых возмущений от толщины сплошного и битого льда, частоты колебаний, глубины погружения источника и градиента плотности. Исследован процесс распространения заданных начальных смещений поверхности лед – вода и поверхности скачка плотности при отсутствии внешних возмущающих сил.

Исследовано влияние вязких свойств ледяного покрова на дисперсионные свойства и пространственно-временное затухание двумерных свободных и вынужденных поверхностных и внутренних волн, генерируемых периодическим источником в жидкости со скачком плотности. Найдены условия существования периодических гравитационных возмущений и возмущений, обусловленных упругостью и вязкостью ледяного покрова. Проведен сравнительный анализ различных реологических моделей ледяного покрова и выявлены критерии оценки их применимости при изучении генерации и распространения изгибно-гравитационных волн (А.Е. Букатов, 1978; А.Е. Букатов и Т.А. Соломаха, 1990, 1991, 2003).

Изучено влияние вязкости покрытой льдом однородной и двухслойной жидкости на диссипацию длинных поверхностных и внутренних волн, генерируемых периодическими атмосфер-

ными возмущениями, а также на формирование пограничных слоев у дна, поверхности лед – вода и границы раздела слоев (Л.В. Черкесов, 1970; Л.В. Черкесов и Н.П. Левков, 1972).

Выполнен анализ установившихся трехмерных поверхностных волн, возбуждаемых в бассейне с вязкоупругим ледяным покровом равномерно движущейся областью периодических по времени давлений (А.Е. Букатов и Т.А. Соломаха, 1994, 1995). Исследована взаимосвязь фазовой структуры возмущений с особенностями годографа волнового вектора, обусловленными изменениями частоты колебаний и скорости перемещения давлений, вязкостью и жесткостью ледяного покрова. Проведен анализ влияния вязкости на пространственное затухание возмущений и изменение критических значений скорости генератора и частоты его колебаний.

Проведено исследование плоских установившихся волн, генерируемых в покрытом льдом море со слоем скачка плотности движущейся областью стационарных давлений (С.Ф. Доценко, 1974). Дана оценка влияния льда на условия возбуждения и характеристики внутренних волн.

На двухслойной модели со скачком плотности рассмотрено формирование неустановившихся изгибных деформаций сплошного льда и возмущений границы раздела слоев под воздействием поверхностных и внутренних волн, возбуждаемых движущимся плоским фронтом периодических давлений (А.Е. Букатов и Л.В. Черкесов, 1979). Определена структура возмущений перед фронтом и за ним. Исследована ее зависимость от неоднородности жидкости, жесткости льда и характеристик генератора.

На двухслойной, экспоненциальной плотностных моделях и модели, аппроксимирующей стратификацию в заданном районе Арктического бассейна, проведен асимптотический анализ установившихся трехмерных внутренних волн, генерируемых в море с ледяным покровом движущейся нагрузкой постоянной интенсивности (А.Е. Букатов, 1990; А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1986, 1987, 1992). Исследовано влияние ледовых условий на пространственное распределение амплитудно-фазовых характеристик внутренних волн. Показано, что изгибная жесткость льда может уменьшить, а силы ледового сжатия – увеличить амплитуды внутренних волн. Причем в докритическом диапазоне скорости это влияние больше сказывается на продольных, чем на поперечных волнах. Определена зона волнового следа, где влияние льда на внутренние волны наиболее заметно.

Установившиеся внутренние корабельные волны в ближней зоне движущейся области постоянных давлений исследовались для двухслойной и экспоненциально стратифицированной жидкости (А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1990, 1993, 1995; А.Е. Bukatov, V.V. Zharkov, 1997). Дана оценка вклада проявлений внутренних волн в формирование возмущений морской поверхности и показана возможность их трансформации в слабый прогиб льда вблизи нагрузки. При движении источника на заданной глубине под ледяным полем рассмотрена зависимость пространственного распределения возмущений от глубины его погружения.

Исследованы экранирующие свойства горизонтальных неоднородностей типа кромок, трещин и разломов ледяных полей при прохождении через них поверхностных волн (А.Е. Букатов и Д.Д. Завьялов, 1995, 1996, 1998). Изучена зависимость амплитудных коэффициентов отраженных и прошедших волн от толщины льда и степени его сжатия, частоты набегающей волны и глубины бассейна. Показано, что максимальные градиенты амплитуд формируемых возмущений имеют место в зоне ближней окрестности кромки и линии контакта льдин. Ширина этой зоны зависит от параметров падающих волн, глубины бассейна и ледовых условий. Для двух касающихся льдин неодинаковой толщины коэффициент отражения практически не зависит от того, с какой стороны от линии их контакта набегают изгибно-гравитационные волны. Изучены дисперсионные свойства ледяных полей, влияющие на формирование гидродинамических возмущений в зонах их неоднородности (А.Е. Букатов и Д.Д. Завьялов, 2000).

Проведен анализ трансформации ледяным покровом ветрового волнения, приходящего из открытой части Черного моря к его северо-западному побережью. Получены частотные спектры амплитуд и горизонтальной составляющей скорости волнового течения в направлении распространения волн, прошедших через кромку в покрытую льдом область моря (А.Е. Букатов и Д.Д. Завьялов, 1996). Выполнен анализ зависимости спектральных и статистических характеристик волнения от региональных условий. Определен модуль индуцированного волнами напряжения изгиба ледяной пластины как функции расстояния от кромки. Для Азовского моря также рассмотрено влияние ледового режима на фазовые характеристики и пространственно-временное затухание периодических поверхностных волн (А.Е. Букатов, Д.Д. Завьялов, О.М. Букатова и Т.А. Соломаха, 2001). Дана оценка экранирующих способностей кромки льда

при набегании на нее волн характерных периодов со стороны открытой воды в различных районах моря. Рассмотрено изменение напряжения изгиба льда под влиянием прошедших волн.

Выполнено исследование плоских стоячих волн в покрытом льдом ограниченном бассейне постоянной глубины (О.М. Букатова, 2002). Проведен анализ зависимости волновых характеристик от цилиндрической жесткости льда, ширины и глубины бассейна. Найдены значения ширины бассейна, при которых частота волновых возмущений остается такой же, как и в бассейне с открытой поверхностью. Установлена зависимость этих значений от характеристик льда и глубины бассейна.

Рассмотрено влияние плавающего битого льда на распространение прогрессивных поверхностных волн из глубокой области бассейна через уступ дна в область конечной глубины (А.Е. Букатов и В.В. Жарков, 1998, 2001). Изучены вносимые льдом изменения характеристик отраженной и прошедшей волн, профилей возмущений морской поверхности и скоростей волновых течений с удалением от уступа. Дана оценка вклада затухающих (прибарьерных) мод в волновые возмущения.

Исследовано искажающее воздействие плавающего битого льда на распространение и нелинейное взаимодействие периодических поверхностных волн конечной амплитуды (А.Е. Букатов и О.М. Букатова, 1993; А.Е. Букатов, 1994; А.Е. Bukatov, А.А. Bukatov, 1999, 2002). Выявлены структурные особенности волновой динамики, изучена их зависимость от характеристик начальных волновых гармоник, толщины льда и нелинейности его вертикального ускорения. Оценена скорость стока дрейфа льда и определено влияние льда на полный средний перенос массы (А.Е. Букатов и А.А. Букатов, 1998, 2001). Проведено сопоставление решений, полученных с учетом и без учета пространственно-временных изменений профиля волны в выражении потенциала скорости при выводе поверхностных граничных условий для нелинейных приближений (А.Е. Букатов и А.А. Букатов, 2002, 2003). Это сопоставление позволило уточнить гидродинамическую модель распространения нелинейных волн и избежать заметных погрешностей в определении фазового сдвига возмущений и величин вертикальных смещений поверхности бассейна.

Абрашина Н.Н. Неустановившиеся волны в стратифицированном море от периодических движущихся возмущений // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1971. – № 3. – С. 39 – 52.

Алексеев Д.В., Черкесов Л.В. Исследование нелинейных сейшевых колебаний с учетом диссипативных сил // Морской гидрофизический журнал. – 2002. – № 6. – С. 27 – 35.

Антонова О.А., Веденков В.Е. Об оценке границ применимости асимптотических формул для поля волн, генерируемых в однородной жидкости движущейся областью барических возмущений // Теоретические и экспериментальные исследования волновых процессов в океане. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1991. – С. 19 – 26.

Атлас максимальных заплесков волн цунами / Л.В. Черкесов, В.В. Кныш, В.Ф. Иванов, Р.А. Ярошня. Отв. редактор С.Л. Соловьев. – Владивосток: ДВНИГМИ, 1978. – 61 с.

Бабий М.В., Иванов В.Ф., Черкесов Л.В. О генерации периодических и неустановившихся волн внутри эстуария // Морские гидрофизические исследования. – 1976. – № 2. – С. 37 – 47.

Бабий М.В., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн подводными препятствиями // Изв. АН СССР. ФАО. – 1975. – 11, № 9. – С. 971 – 975.

Бабий М.В., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн баротропной волной в области океанического хребта // Доклады АН УССР. Сер. А. – 1982. – № 9. – С. 49 – 52.

Букатов А.Е. О внутренних волнах в непрерывно стратифицированном океане // Морские гидрофизические исследования. – 1971. – № 6. – С. 26 – 36.

Букатов А.Е. О влиянии ледяного покрова на внутренние волны // Морские гидрофизические исследования. – 1972. – № 1. – С. 53 – 64.

Букатов А.Е. Внутренние волны от начальных возмущений в море, покрытом льдом // Цунами и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1976. – С. 17 – 26.

Букатов А.Е. Влияние продольно сжатой упругой пластинки на неустановившиеся движения однородной жидкости // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1980. – № 5. – С. 68 – 75.

Букатов А.Е., Букатов А.А. Взаимодействие поверхностных волн в бассейне с плавающим битым льдом // Морской гидрофизический журнал. – 2003. – № 6. – С. 3 – 23.

Букатов А.Е., Букатова О.М. Внутренние волны в зональном канале переменной глубины // Изв. АН СССР. ФАО. – 1980. – 16, № 12. – С. 1276 – 1283.

Букатов А.Е., Букатова О.М. Поверхностные волны конечной амплитуды в бассейне с битым льдом // Изв. РАН. ФАО. – 1993. – 29, № 3. – С. 421 – 425.

Букатов А.Е., Гончаров А.М. Развитие изгибно-гравитационных вынужденных колебаний плавающей неравномерно сжатой упругой пластинки // Динамические системы. – Киев: Вища школа, 1988. – Вып. 7. – С. 58 – 62.

- Букатов А.Е., Жарков В.В. Генерация трехмерных внутренних волн движущейся по плавающему льду областью давлений // Изв. АН СССР. ФАО. – 1992. – 28, № 4. – С. 416 – 423.
- Букатов А.Е., Жарков В.В. Влияние битого льда на распространение поверхностных волн над уступом дна // Изв. РАН. МЖГ. – 1998. – № 6. – С. 106 – 115.
- Букатов А.Е., Жарков В.В., Завьялов Д.Д. Трехмерные изгибно-гравитационные волны при неравномерном сжатии // ПМТФ. – 1991. – № 6. – С. 51 – 57.
- Букатов А.Е., Завьялов Д.Д. Некоторые особенности распространения изгибно-гравитационных волн при наличии разлома в ледяном покрове // Изв. РАН. МЖГ. – 1996. – № 2. – С. 144 – 150.
- Букатов А.Е., Завьялов Д.Д. Прохождение ветровых волн через кромку льда в северо-западной части Черного моря // Метеорология и гидрология. – 1996. – № 3. – С. 83 – 93.
- Букатов А.Е., Завьялов Д.Д., Букатова О.М., Соломаха Т.А. Влияние ледяного покрова на волновые возмущения в Азовском море // Морской гидрофизический журнал. – 2001. – № 4. – С. 11 – 22.
- Букатов А.Е., Завьялов Д.Д., Жарков В.В. Трансформация ветровых волн при выходе на мелководье // Морской гидрофизический журнал. – 2000. – № 2. – С. 3 – 11.
- Букатов А.Е., Кушниц В.М., Смирнов Г.В. и др. Внутренние волны приливного периода в экваториальной зоне Индийского океана // Океанология. – 1978. – 18, вып. 5. – С. 788 – 795.
- Букатов А.Е., Мордашев В.И. Влияние продольно сжатой упругой пластинки на развитие волнового возмущения потока однородной жидкости с вертикальным сдвигом скорости // ПМТФ. – 1981. – № 1. – С. 122 – 129.
- Букатов А.Е., Мордашев В.И., Черкесов Л.В. Развитие капиллярно-гравитационных волн в двухслойной жидкости // Морские гидрофизические исследования. – 1978. – № 1. – С. 44 – 56.
- Букатов А.Е., Парамонов А.Н., Смирнов Г.В., Черкесов Л.В. Некоторые результаты анализа короткопериодных внутренних волн // Морские гидрофизические исследования. – 1977. – № 4. – С. 250 – 261.
- Букатов А.Е., Перов М.Г., Соловей Н.М. Свободные внутренние волны в глубоководной зоне Черного моря // Комплексные океанографические исследования Черного моря. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1990. – С. 44 – 51.
- Букатов А.Е., Пухтяр Л.Д., Черкесов Л.В. Влияние горизонтальной диффузии и вязкости на внутренние волны // Морские гидрофизические исследования. – 1982. – С. 28 – 37.
- Букатов А.Е., Соломаха Т.А. Влияние вязко-упругих свойств льда на трехмерные поверхностные волны // Изв. РАН. ФАО. – 1995. – 31, № 6. – С. 852 – 857.
- Букатов А.Е., Черкесов Л.В. Внутренние волны от периодических поверхностных возмущений // Изв. АН СССР. ФАО. – 1971. – 7, № 6. – С. 648 – 657.
- Букатов А.Е., Черкесов Л.В. Волны в непрерывно стратифицированном море // Морские гидрофизические исследования. – 1971. – № 2. – С. 62 – 87.
- Букатов А.Е., Черкесов Л.В. О влиянии упругой пластинки на движение неоднородной жидкости // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1972. – № 1. – С. 60 – 67.
- Букатов А.Е., Черкесов Л.В. Влияние ледяного покрова на внутренние волны, генерируемые атмосферными возмущениями в непрерывно стратифицированном море // Проблемы Арктики и Антарктики. – 1974. – Вып. 43 – 44. – С. 106 – 111.
- Букатов А.Е., Черкесов Л.В. Волны в неоднородном море. – Киев: Наукова думка, 1983. – 224 с.
- Букатов А.Е., Ярошенко А.А. Развитие трехмерных изгибно-гравитационных волн при движении области давлений переменной интенсивности // Прикладная механика и техническая физика. – 1986. – № 5. – С. 54 – 60.
- Булгаков Н.П., Доценко С.Ф., Кушниц В.М., Ломакин П.Д., Маньковский В.И. Гидрофизические исследования Карибского моря. – Киев: Наукова думка, 1991. – 192 с.
- Веденьков В.Е., Санников В.Ф. Численный метод исследования поверхностных волн, генерируемых движущимися возмущениями // Теоретическое моделирование волновых процессов в океане. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1982. – С. 15 – 21.
- Веденьков В.Е., Санников В.Ф. Ближнее поле поверхностных волн, генерируемых в потоке малой неровностью дна. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1983. – С. 22 – 27.
- Власенко В.И. Генерация внутренних волн в стратифицированном океане переменной глубины // Изв. АН СССР. ФАО. – 1987. – 23, № 3. – С. 300 – 308.
- Власенко В.И., Голенко Н.Н., Пака В.Т., Сабинин К.Д., Чапмен З. Исследование динамики бароклинных приливов на шельфе США // Изв. РАН. ФАО. – 1997. – 33, № 5. – С. 702 – 714.
- Власенко В.И., Голенко Н.Н., Пака В.Т., Сабинин К.Д., Чапмен З. Исследование динамики бароклинных приливов в районе кромки шельфа // Океанология. – 1997. – 37, № 5. – С. 668 – 679.
- Власенко В.И., Иванов В.А., Сташук Н.М. Генерация квазинерционных колебаний при апвеллинге у Южного берега Крыма // Океанология. – 1996. – 36, № 1. – С. 43 – 51.
- Войт С.С. Распространение неустановившихся длинных волн во вращающемся бассейне переменной глубины // Тр. МГИ АН УССР. – Киев: АН УССР, 1963. – 27. – С. 11 – 25.
- Войт С.С. Образование волн давлениями, приложенными к поверхности текущей жидкости // Тр. МГИ АН УССР. – Киев: АН УССР, 1963. – 27. – С. 103 – 113.
- Гидродинамика морских волн / Л.В. Черкесов, В.И. Власенко, Н.М. Сташук, А.М. Суворов, В.В. Фомин. – Киев: Наукова думка, 1992. – 164 с.
- Голубев Ю.Н., Иванов В.Ф., Черкесов Л.В. О деформации длинной волны над подводной горой // Морские гидрофизические исследования. – 1978. – № 1. – С. 44 – 56.

- Голубев Ю.Н., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн в области локализованного поднятия дна // Морские гидрофизические исследования. – 1980. – № 1. – С. 19 – 29.
- Григораш З.К. Обзор работ, посвященных проблеме волн цунами // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1957. – 10. – С. 73 – 81.
- Григораш З.К. Определение времени распространения волн цунами до берегов Камчатки и Курильских островов // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1957. – 11. – С. 28 – 35.
- Григораш З.К. Черноморские цунами 1927 г. по мареографическим записям // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1959. – 17. – С. 59 – 67.
- Григораш З.К. Обзор удаленных мареограмм некоторых цунами в Черном море // Тр. СахКНИИ ДВО АН СССР. – Ю.-Сахалинск: СахКНИИ, 1972. – Вып. 29. – С. 271 – 278.
- Григораш З.К., Заклинский А.Б. Экспериментальное исследование длинной одиночной волны в проливе // Тр. МГИ АН УССР. – Киев: АН УССР, 1963. – 27. – С. 25 – 41.
- Григораш З.К., Корнева Л.А. Мареографические данные о цунами в Черном море при Турецком землетрясении в декабре 1939 г. // Океанология. – 1972. – 12, вып. 3. – С. 417 – 422.
- Григораш З.К., Корнева Л.А. Волны цунами, сопровождавшие Анапское землетрясение 12 июня 1966 г. // Океанология. – 1969. – 9, вып. 6. – С. 988 – 995.
- Гришин Г.А., Баянкина Т.М., Калинин Е.И., Лундберг М.М. Об эволюции южных циклонов, выходящих на Черное море и территорию Украины, по данным спутниковых наблюдений // Исследование Земли из космоса. – 1991. – № 3. – С. 89 – 95.
- Динамика поверхностных и внутренних волн / А.Е. Букатов, В.И. Власенко, Л.Д. Пухтар, А.М. Суворов, А.Н. Тананаев, В.В. Фомин, С.М. Хартиев, Л.В. Черкесов. – Киев: Наукова думка, 1988. – 192 с.
- Довгая С.В., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн баротропным приливом в районе океанического хребта // Морской гидрофизический журнал. – 1991. – № 5. – С. 3 – 7.
- Довгая С.В., Черкесов Л.В. Исследование внутренних волн «косым» баротропным приливом, набегающим на океанический хребет // Морской гидрофизический журнал. – 2000. – № 4. – С. 12 – 18.
- Доценко С.Ф. О структуре волнового движения в потоке при произвольном изменении плотности по глубине // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1973. – № 3. – С. 32 – 41.
- Доценко С.Ф. Внутренние волны, вызываемые источником в потоке жидкости со слоем скачка // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1974. – № 2. – С. 45 – 54.
- Доценко С.Ф. О развитии плоских внутренних волн в экспоненциально стратифицированном потоке конечной глубины // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1975. – № 3. – С. 86 – 95.
- Доценко С.Ф. Генерация бароклинных волновых следов перемещающимися атмосферными фронтами // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1976. – № 6. – С. 3 – 14.
- Доценко С.Ф. О неустановившихся корабельных волнах в непрерывно стратифицированной жидкости конечной глубины // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1977. – № 1. – С. 14 – 23.
- Доценко С.Ф. Об асимптотическом анализе неустановившихся волн от начальных, периодических и движущихся возмущений // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1977. – № 3. – С. 44 – 54.
- Доценко С.Ф. О гравитационно-упругих и гравитационно-капиллярных неустановившихся корабельных волнах // Изв. АН СССР. МЖТ. – 1978. – № 5. – С. 26 – 32.
- Доценко С.Ф. Инерционные волны, генерируемые движущейся областью давлений // Поверхностные и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1979. – С. 32 – 39.
- Доценко С.Ф. О развитии плоских волн в потоке непрерывно стратифицированной жидкости, генерируемых периодически действующими давлениями // Изв. АН СССР. МЖТ. – 1980. – № 4. – С. 99 – 104.
- Доценко С.Ф. О неустановившихся волнах в непрерывно стратифицированной жидкости за движущейся аномалией давления // Изв. АН СССР. ФАО. – 1981. – 17, № 10. – С. 1084 – 1091.
- Доценко С.Ф. Резонансное возбуждение внутренних волн в океане с двумя термоклинами // Морской гидрофизический журнал. – 1985. – № 3. – С. 9 – 13.
- Доценко С.Ф. Аппроксимация дисперсионных зависимостей для внутренних волн в районе ПОЛИМОДЕ // Океанология. – 1985. – 25, вып. 2. – С. 201 – 205.
- Доценко С.Ф. Волны цунами в непрерывно стратифицированном океане для средних гидрологических условий Курило-Камчатского региона // Исследования цунами. – М., 1986. – № 1. – С. 63 – 72.
- Доценко С.Ф. Возбуждение волн цунами в непрерывно стратифицированном океане подвижками участка дна // Исследования цунами. – М., 1988. – № 3. – С. 7 – 17.
- Доценко С.Ф. Генерация длинных внутренних волн в океане движущейся областью давлений // Морской гидрофизический журнал. – 1990. – № 3. – С. 3 – 9.
- Доценко С.Ф. Влияние вращения Земли на внутренние волны за движущейся областью давлений // Морской гидрофизический журнал. – 1990. – № 6. – С. 3 – 10.
- Доценко С.Ф. Структура пространственных внутренних волн за движущимися возмущениями в квазистатическом приближении // Теоретические и экспериментальные исследования волновых процессов в океане. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1991. – С. 121 – 128.
- Доценко С.Ф. Генерация плоских внутренних волн движущейся областью атмосферных возмущений // Изв. РАН. ФАО. – 1993. – 29, № 1. – С. 106 – 112.

- Доценко С.Ф. Гироскопические волны в непрерывно стратифицированном океане // Изв. РАН. ФАО. – 1993. – 29, № 2. – С. 229 – 236.
- Доценко С.Ф. Аномальная частотная дисперсия внутренних волн в океане // Изв. РАН. ФАО. – 1993. – 29, № 6. – С. 711 – 718.
- Доценко С.Ф. Черноморские цунами // Изв. РАН. ФАО. – 1994. – 30, № 4. – С. 513 – 519.
- Доценко С.Ф. Влияние остаточных смещений дна океана на эффективность генерации направленных волн цунами // Изв. РАН. ФАО. – 1995. – 31, № 4. – С. 570 – 576.
- Доценко С.Ф. Генерация бароклинных волновых следов перемещающимися атмосферными фронтами // Морской гидрофизический журнал. – 1996. – № 6. – С. 3 – 14.
- Доценко С.Ф. Оценка уровня цунамиопасности Черного моря // Вестник Московского университета. Сер. 3. Физика. Астрономия. – 1998. – № 4. – С. 19 – 23.
- Доценко С.Ф. Связь интенсивности цунами в Черном море с магнитудой подводного землетрясения // Морской гидрофизический журнал. – 1999. – № 5. – С. 12 – 22.
- Доценко С.Ф. Трансформация уровня баротропного океана под эллиптической областью возмущений барического поля // Морской гидрофизический журнал. – 2003. – № 2. – С. 3 – 13.
- Доценко С.Ф., Коновалов А.В. Цунами 1927 г. в Черном море: данные наблюдений, численное моделирование // Морской гидрофизический журнал. – 1995. – № 6. – С. 3 – 16.
- Доценко С.Ф., Коробкова Т.Ю. Влияние частотной дисперсии на плоские волны, генерируемые смещениями участка дна бассейна // Морской гидрофизический журнал. – 1996. – № 3. – С. 3 – 15.
- Доценко С.Ф., Кузин И.П., Левин Б.В., Соловьева О.Н. Цунами в Каспийском море: сейсмические источники и особенности распространения // Океанология. – 2000. – 40, № 4. – С. 509 – 518.
- Доценко С.Ф., Кузин И.П., Левин Б.В., Соловьева О.Н. Цунами в Каспийском море: численное моделирование распространения из зон сейсмической генерации // Океанология. – 2001. – 41, № 3. – С. 364 – 369.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Неустановившиеся поверхностные волны в потоке конечной глубины, генерируемые областью переменных давлений // Теоретическое моделирование волновых процессов в океане. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1982. – С. 5 – 14.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Развитие пространственных волн в потоке непрерывно стратифицированной жидкости, генерируемых возмущениями переменной интенсивности // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1984. – № 6. – С. 71 – 77.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Неустановившиеся внутренние волны в потоке конечной глубины, генерируемые областью переменных давлений // Моделирование поверхностных и внутренних волн. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1984. – С. 19 – 25.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Генерация плоских волн в потоке непрерывно стратифицированной жидкости областью гармонических по времени давлений // Вопросы волновых движений жидкости. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 1987. – С. 41 – 48.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Генерация пространственных внутренних волн во вращающемся океане движущимися нестационарными возмущениями // Морской гидрофизический журнал. – 1991. – № 4. – С. 22 – 28.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Генерация плоских внутренних и гироскопических волн движущимися нестационарными возмущениями // Морской гидрофизический журнал. – 1992. – № 5. – С. 12 – 19.
- Доценко С.Ф., Савоськин В.М. Генерация внутренних волн движущимися нестационарными возмущениями в реально стратифицированном океане // Морской гидрофизический журнал. – 1993. – № 5. – С. 19 – 30.
- Доценко С.Ф., Сергеевский Б.Ю. Дисперсионные эффекты при генерации и распространении направленной волны цунами // Исследования цунами. – М., 1993. – № 5. – С. 21 – 32.
- Доценко С.Ф., Сергеевский Б.Ю., Черкесов Л.В. Об эволюции осесимметричных возмущений жидкости // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1978. – № 1. – С. 15 – 31.
- Доценко С.Ф., Сергеевский Б.Ю., Черкесов Л.В. Эволюция осесимметричных волн в стратифицированном океане // Эволюция цунами от очага до выхода на берег. – М.: Радио и связь, 1982. – С. 43 – 53.
- Доценко С.Ф., Соловьев С.Л. Математическое моделирование процессов возбуждения цунами подвижками океанического дна // Исследования цунами. – М., 1990. – № 4. – С. 21 – 27.
- Доценко С.Ф., Черкесов Л.В. О нестационарных волнах в непрерывно стратифицированном потоке жидкости конечной глубины // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1976. – № 6. – С. 87 – 93.
- Доценко С.Ф., Черкесов Л.В. Неустановившиеся колебания плавающей пластинки, вызванные движущейся нагрузкой // Прикладная механика. – 1977. – 13, № 3. – С. 98 – 103.
- Доценко С.Ф., Шокин Ю.И. Условия генерации вихревого поля в очагах цунами // Вычислительные технологии. – 1997. – 2, № 2. – С. 48 – 54.
- Еремеев В.Н., Коновалов А.В., Манилюк Ю.В., Черкесов Л.В. Моделирование длинных волн в Азовском море, вызываемых прохождением циклонов // Океанология. – 2000. – 40, № 5. – С. 658 – 665.
- Еремеев В.Н., Коновалов А.В., Черкесов Л.В. Моделирование длинных баротропных волн в Черном море, вызываемых движущимися барическими возмущениями // Океанология. – 1996. – 36, № 2. – С. 218 – 225.
- Задорожный А.И. Затухание длинных волн в экспоненциально стратифицированном море // Морские гидрофизические исследования. – 1975. – № 8. – С. 96 – 109.
- Задорожный А.И., Хартнев С.М., Черкесов Л.В. О влиянии вязкости на вынужденные волны в непрерывно стратифицированном море // Поверхностные и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1978. – С. 178 – 191.
- Золотарев А.А. Развитие корабельных волн // ПММ. – 1978. – 42, № 4. – С. 640 – 649.

- Иванов В.А., Коновалов А.В., Черкесов Л.В. Влияние циклонов на изменения уровня поверхности Азовского и Черного морей // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 4. – С. 73 – 80.
- Иванов В.А., Манилюк Ю.В., Черкесов Л.В. О сейшах Азовского моря // Метеорология и гидрология. – 1994. – № 6. – С. 105-110.
- Иванов В.А., Манилюк Ю.В., Черкесов Л.В. О сейшах Черного моря // Метеорология и гидрология. – 1996. – № 11. – С. 57-63.
- Иванов В.Ф., Лукина И.П., Черкесов Л.В. О генерации внутренних волн типа цунами в море переменной глубины // Морские гидрофизические исследования. – 1974. – № 4. – С. 68 – 81.
- Иванов В.Ф., Черкесов Л.В. Уравнения типа Кортевега–де Вриза для внутренних волн // Морские гидрофизические исследования. – 1974. – № 2. – С. 5 – 12.
- Иванов В.Ф., Черкесов Л.В. О роли совместного эффекта дисперсии и нелинейности при движении волн цунами в шельфовой зоне // Теория и оперативный прогноз цунами. – М.: Наука, 1980. – С. 18 – 28.
- Иванча Е.В., Фомин В.В., Черкесов Л.В. Влияние бароклинного прилива на диффузию примеси в океане // Морской гидрофизический журнал. – 1995. – № 4. – С. 24 – 33.
- Иванча Е.В., Черкесов Л.В. Влияние полусуточного баротропного прилива на диффузию трехмерного пятна примеси // Морской гидрофизический журнал. – 2000. – №3. – С. 3–12.
- Иванча Е.В., Черкесов Л.В. Пространственно–временная изменчивость трехмерной области пассивной примеси в поле бароклинного прилива // Доповіді Національної Академії наук України. – 2002. – № 7. – С. 116 – 119.
- Кныш В.В. О численном исследовании нелинейных поверхностных и внутренних гравитационных волн в море переменной глубины // Морские гидрофизические исследования. – 1976. – № 1. – С. 26 – 38.
- Кныш В.В., Черкесов Л.В. О трансформации волн цунами в прибрежной зоне // Морские гидрофизические исследования. – 1974. – № 1. – С. 8 – 18.
- Коломойцева Е.М., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн косым баротропным приливом, набегаящим на данный хребет // Изв. РАН. ФАО. – 1996. – 32, № 2. – С. 257 – 263.
- Комплексные океанографические исследования Черного моря / С.Г. Богуславский, В.В. Ефимов, Л.В. Черкесов и др. – Киев: Наукова думка, 1980. – 238 с.
- Коновалов А.В., Черкесов Л.В. Генерация длинных нелинейных волн в замкнутом бассейне движущимися возмущениями атмосферного давления // Изв. РАН. ФАО. – 1995. – 31, № 5. – С. 713 – 718.
- Левков Н.П., Черкесов Л.В. О пограничных слоях поверхностных и внутренних длинных волн // Изв. АН СССР. ФАО. – 1972. – 6, № 9. – С. 85 – 91.
- Левков Н.П., Черкесов Л.В. О влиянии ледяного покрова на элементы длинных волн в двухслойной жидкости // Проблемы Арктики и Антарктики. – 1974. – Вып. 43–44. – С. 112 – 117.
- Лукина И.П., Черкесов Л.В. Деформация волн цунами в бассейне с непрерывно меняющейся глубиной // Изв. АН СССР. ФАО. – 1972. – № 8. – С. 1080 – 1085.
- Маркова Н.В., Миклашевская Н.А., Черкесов Л.В. Математическое моделирование сейш в бассейне Антарктики // Доповіді Національної Академії наук України. – 2001. – № 1. – С. 131 – 134.
- Миклашевская Н.А., Черкесов Л.В. Сейши в кольцевом бассейне переменной глубины // Морской гидрофизический журнал. – 1999. – №1. – С. 11 – 20.
- Поверхностные и внутренние гравитационные волны в океане / А.Е. Букатов, В.И. Власенко, Н.М. Стащук, А.М. Суворов, А.Н. Тананаев, Л.В. Черкесов, Р.А. Ярошения. – Киев: Наукова думка, 1989. – 144 с.
- Потетюнко Э.Н., Черкесов Л.В., Шубин Д.С., Щербак Е.Н. Свободные колебания и обратные спектральные задачи. – М.: Вузовская книга, 2001. – 288 с.
- Савоськин В.М. Распространение пространственных волн во вращающемся слое однородной жидкости, вызываемых перемещающейся областью гармонических по времени давлений // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1992. – № 3. – С. 110 – 116.
- Санников В.Ф. Корабельные волны в однородном море с линейным профилем скорости течения по глубине // Поверхностные и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1979. – С. 22 – 31.
- Санников В.Ф. Влияние двух пикноклинов на установившиеся внутренние волны в потоке стратифицированной жидкости // Поверхностные и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1981. – С. 93 – 99.
- Санников В.Ф. Ближнее поле установившихся волн, генерируемых локальным источником возмущений в потоке стратифицированной жидкости // Теоретические исследования волновых процессов в океане. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1983. – С. 68 – 76.
- Санников В.Ф. Точные решения линейной задачи об установившихся волнах, создаваемых диполем в потоке стратифицированной жидкости // ПММ. – 1990. – 54, вып. 6. – С. 972 – 977.
- Санников В.Ф. Улучшение сходимости разложения по модам внутренних волн, создаваемых движущимся диполем // ПММ. – 1998. – 62, вып. 5. – С. 796 – 802.
- Санников В.Ф. Простое выражение для функции Грина задачи о корабельных волнах в глубокой однородной жидкости // ПММ. – 2000. – 64, вып. 1. – С. 115 – 120.
- Секерж - Зенькович Т.Я. О распространении начальных возмущений по свободной поверхности и по поверхности раздела жидкости, состоящей из двух слоев различной плотности // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1959. – 17. – С. 48 – 58.
- Сергеевский Б.Ю. Воздействие движущейся пространственной области давлений на однородный океан // Теоретическое моделирование волновых процессов в океане. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1982. – С. 22 – 27.

- Сергеевский Б.Ю. Генерация внутренних волн перемещающейся областью атмосферных давлений // Моделирование поверхностных и внутренних волн. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1984. – С. 32 – 38.
- Сергеевский Б.Ю. Ближнее поле поверхностных волн, вызванных движущейся областью знакопеременных возмущений атмосферного давления // Морской гидрофизический журнал. – 1987. – № 1. – С. 32 – 38.
- Серебряков А.А., Иванов В.Ф., Черкесов Л.В. Некоторые результаты численных расчетов нелинейных волн типа цунами с учетом дисперсии // Цунами и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1976. – С. 37 – 44.
- Серебряков А.А., Черкесов Л.В. О влиянии широтного изменения параметра Кориолиса на длинные волны // Морские гидрофизические исследования. – 1974. – № 1. – С. 22 – 29.
- Слепышев А.А. Транспортные свойства придонных топографических волн на шельфе и континентальном склоне // Изв. РАН. ФАО. – 2002. – 38, №6. – С. 841 – 847.
- Слепышев А.А., Шапов В.С. К нестационарной теории слабонелинейных инерционно-гравитационных внутренних волн // Изв. РАН. ФАО. – 1992. – 28, № 6. – С. 640 – 647.
- Сретенский Л.Н. Движение вибратора под поверхностью жидкости // Тр. Московского математического общества. – 1954. – 3. – С. 3 – 14.
- Сретенский Л.Н. О волновом сопротивлении судна при наличии внутренних волн // Изв. АН СССР. ОТН. Механика и машиностроение. – 1959. – № 1. – С. 56 – 63.
- Сретенский Л.Н. Об одной гидродинамической задаче, связанной с проблемой цунами // Доклады АН СССР. – 1960. – 131, № 2. – С. 273 – 274.
- Сретенский Л.Н., Ставровский А.С. Вычисление высоты волн цунами вдоль берега // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1961. – 24. – С. 25 – 47.
- Ставровский А.С. Распространение волн на границе упругого полупространства, вызываемых волнами жидкости в бассейне переменной глубины // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1959. – 18. – С. 48 – 61.
- Ставровский А.С. Упругие смещения земной коры, вызываемые волной цунами, распространяющейся под углом к береговой черте // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1961. – 24. – С. 48 – 84.
- Суворов А.М. Об эволюции квазиплоских слабонелинейных внутренних волн в потоке вязкой жидкости // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1981. – № 6. – С. 158 – 162.
- Суворов А.М. Стационарные трехмерные волны в потоке стратифицированной жидкости со сдвигом скорости // Изв. АН СССР. ФАО. – 1981. – 17, № 8. – С. 888 – 892.
- Суворов А.М., Тананаев А.Н., Черкесов Л.В. Развитие пространственных внутренних волн в потоке жидкости со сдвигом скорости // Изв. АН СССР. ФАО. – 1980. – 16, № 6. – С. 634 – 639.
- Суворов А.М., Тананаев А.Н., Черкесов Л.В. Трехмерные внутренние гравитационные волны в потоке со сдвигом скорости // Доклады АН УССР. Сер. М. – 1981. – № 1. – С. 65 – 68.
- Суворов А.М., Тананаев А.Н., Черкесов Л.В. Амплитудные характеристики трехмерных внутренних волн в океанских течениях // Доклады АН УССР. Сер. А. – 1981. – № 12. – С. 55 – 59.
- Суворов А.М., Черкесов Л.В. Нестационарные вынужденные колебания упругой пластинки, плавающей на поверхности потока жидкости со сдвигом скорости // Прикладная механика. – 1980. – 16, № 5. – С. 102 – 106.
- Успенский П.Н. О волновом сопротивлении корабля при наличии внутренних волн // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1959. – 18. – С. 68 – 84.
- Федосенко В.С. О влиянии вязкости на внутренние волны типа цунами // Изв. АН СССР. ФАО. – 1969. – 5, № 2. – С. 1331 – 1334.
- Федосенко В.С. Развитие волн, возникающих от движущихся периодических возмущений // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1971. – № 1. – С. 62 – 80.
- Федосенко В.С., Черкесов Л.В. О внутренних волнах от подводных землетрясений // Изв. АН СССР. ФАО. – 1968. – 4, № 11. – С. 1197 – 1203.
- Федосенко В.С., Черкесов Л.В. Развитие корабельных волн в неоднородной жидкости // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1970. – № 4. – С. 137 – 146.
- Федосенко В.С., Черкесов Л.В. Развитие внутренних волн // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1971. – № 2. – С. 9 – 61.
- Фомин В.В., Черкесов Л.В. Генерация внутренних волн при взаимодействии поверхностной волны с одиночным поднятием дна // Морской гидрофизический журнал. – 1986. – № 5. – С. 3 – 8.
- Фомин В.В., Черкесов Л.В. Генерация внутренних приливов в области одиночной горы в непрерывно стратифицированном океане // Морской гидрофизический журнал. – 1988. – № 1. – С. 3 – 9.
- Хартиев С.М. Влияние тонкой стратификации на резонансное возбуждение внутренних волн // Поверхностные и внутренние волны. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1987. – С. 62 – 69.
- Хартиев С.М., Черкесов Л.В. Устойчивость внутренних волн в плоскопараллельном потоке со сдвигом скорости // Моделирование поверхностных и внутренних волн. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1984. – С. 45 – 50.
- Хейсин Д.Е. Динамика ледяного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 215 с.
- Черкесов Л.В. Развитие и затухание корабельных волн // ПММ. – 1963. – № 27. – С. 725 – 730.
- Черкесов Л.В. К задаче цунами в неоднородном море // Изв. АН СССР. ФАО. – 1965. – 1, № 8. – С. 861 – 871.
- Черкесов Л.В. Развитие корабельных волн в жидкости конечной глубины // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1968. – № 4. – С. 70 – 76.
- Черкесов Л.В. Неустановившиеся волны в потоке конечной глубины // Морские гидрофизические исследования. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1969. – № 3. – С. 71 – 86.

- Черкесов Л.В. Неустановившиеся волны. – Киев: Наукова думка, 1970. – 196 с.
- Черкесов Л.В. Поверхностные и внутренние волны – Киев: Наукова думка, 1973. – 247 с.
- Черкесов Л.В. Гидродинамика поверхностных и внутренних волн. – Киев: Наукова думка, 1976. – 364 с.
- Черкесов Л.В. Гидродинамика волн. – Киев: Наукова думка, 1980. – 259 с.
- Черкесов Л.В. Основы динамики несжимаемой жидкости. – Киев: Наукова думка, 1984. – 168 с.
- Черкесов Л.В., Иванов В.А., Хартиев С.М. Введение в гидродинамику и теорию волн. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 264 с.
- Ярошеня Р.А. Исследование собственных колебаний уровня бухт Курило-Камчатского побережья // Теоретические и экспериментальные исследования по проблеме цунами. – М.: Наука, 1977. – С. 153 – 164.
- Bukatov A.E., Bukatov A.A. Propagation of surface waves of finite amplitude in a basin with floating broken ice // Int. J. of Offshore and Polar Engineering. – 1999. – 9, № 3. – P. 161 – 166.
- Bukatov A.E., Zharkov V.V. Formation of the ice cover's flexural oscillations by action of surface and internal ship waves. – Part I. Surface Waves // Int. J. of Offshore and Polar Engineering. – 1997. – 7, № 1. – P. 1 – 12.
- Bukatov A.E., Zharkov V.V. Formation of the ice cover's flexural oscillations by action of surface and internal ship waves. – Part II. Internal wave manifestations in ice bend // Int. J. of Offshore and Polar Engineering. – 1997. – 7, № 2. – P. 81 – 88.
- Duffy D.G. The response of floating ice to a moving vibrating load // Cold Regions Science and Technology. – 1991. – 20. – P. 51 – 64.
- Hosking R.Z., Sneyd A.D., Waugh D.W. Viscoelastic response of a floating ice plate to a steadily moving load // J. of Fluid Mech. – 1988. – 196. – P. 409 – 430.
- Squire V.A., Hosking R.Z., Kerr A.D., Langhorne P.Z. Moving loads on ice plates. – Dordrecht: Kluwer, 1996. – 230 p.
- Takizawa T. Response of a floating sea ice sheet to a steadily moving load // J. of Geophys. Res. – 1988. – 93, № C5. – P. 5100 – 5112.