

ПАМЯТИ ВАЛЕРИЯ НИКОЛАЕВИЧА ЗЫРЯНОВА (1945–2021 гг.)

DOI: 10.31857/S0321059622020122



Валерий Николаевич Зырянов, доктор физико-математических наук, профессор, многолетний заместитель главного редактора журнала “Водные ресурсы” безвременно ушел 10 февраля 2021 г. после тяжелой болезни.

В.Н. Зырянов родился в пос. Висим Свердловской области 16 мая 1945 г. Его отец, Зырянов Николай Романович, – ветеринарный врач. Мама, Клавдия Степановна, – школьный учитель. В семье воспитывалось четверо детей – две девочки и два мальчика. Маленький Валера, второй по старшинству, провел свое детство в пос. Уральце. Там он пошел в школу, которую окончил с золотой медалью. Любимым его предметом всегда была математика. Валерий не раз участвовал в городских олимпиадах, где всегда побеждал. В 1963 г. Валерий поступил на механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова и в 1968 г. окончил его. Ему довелось слушать лекции выдающихся ученых-математиков – А.Н. Колмогорова, П.С. Александрова, А.Г. Куроша, И.Р. Шафаревича, Н.В. Ефимова, В.И. Арнольда, С.В. Фомина,

М.И. Вишика и др. Старшая сестра Валерия Галина окончила Тобольский педагогический институт, затем работала учителем математики. Младшая сестра Людмила после окончания педагогического вуза в Тюмени работала в детском саду. Младший брат, Николай, пошел по стопам старшего на механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова (кафедра аэромеханики), затем работал в АО “НПО Лавочкина”.

Свою научную деятельность Валерий Николаевич начал еще в студенческие годы на кафедре высшей алгебры МГУ. В своей дипломной работе “Бимногообразия в категориях”, выполненной под руководством профессора Е.Г. Шульгейфера, В.Н. Зырянов сформулировал и доказал ряд теорем о связях бимногообразий и радикалов в категориях. Результаты его дипломной работы были доложены на Всесоюзном алгебраическом коллоквиуме в Новосибирске [24] и в кратком изложении опубликованы в “Сибирском математическом журнале” [25].

По окончании университета Валерий Николаевич был направлен по распределению на работу в Объединенное конструкторское бюро (ОКБ) “Вымпел”, где стал заниматься оборонной тематикой, связанной с космосом. Здесь, конечно, ему пришлось отказаться от занятий абстрактной математикой и переключиться на программирование задач управления летательными аппаратами. Он не помышлял менять направление своей деятельности – космос в то время был очень престижной областью научной деятельности – если бы не поездка по путевке в Крым, выделенной ему в качестве поощрения за успехи в работе. Валерий Николаевич, родившийся на Урале, впервые увидев море, “заболел” им и понял, что его призвание – не космос, а морская стихия.

Отработав необходимые два года (по существовавшим тогда правилам обязательного распределения молодых специалистов) в ОКБ, 1970 г. он увольняется и поступает в аспирантуру Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), где его научным руководителем становится известный специалист по теории морских течений, профессор, лауреат Государственной

премии, кавалер орденов Красной Звезды и Отечественной войны I и II степеней А.И. Фельзенбаум. Александр Исаевич Фельзенбаум – легендарная личность. В 1941 г., будучи студентом 3-го курса механико-математического факультета МГУ, он ушел добровольцем на фронт и окончил войну в Берлине, оставив свою процарапанную штыком подпись на стене Рейхстага. Затем вернулся в университет, окончил его в 1949 г. и уже в 1963 г. защитил диссертацию “Развитие теории установившихся морских течений и дрейфа льдов” на соискание степени доктора физико-математических наук. Помимо В.Н. Зырянова, его прямые ученики – Г.К. Коротаяев, Н.Б. Шапиро, Э.Н. Михайлова, Д.У. Вапняр, В.С. Латун, Г.С. Дворянинов, А.С. Васильев, Э.И. Белоусова, З.И. Кизнер, С.В. Музылев, Ю.М. Куфтарков и многие другие известные океанологи. Валерий Николаевич с большой теплотой вспоминал годы близкого общения с Александром Исаевичем Фельзенбаумом.

В этот период происходит его формирование как теоретика и одновременно как океанолога. Будучи математиком по образованию, он мог бы так и остаться чистым теоретиком, если бы не царившая тогда во ВНИРО благоприятная практическая исследовательская атмосфера. Сотрудники лаборатории физической и промысловой океанографии ВНИРО, прекрасные ученые-океанологи и настоящие “морские волки” – М.А. Богданов, А.А. Елизаров, Е.В. Солянкин, В.В. Масленников, сделали очень многое для того, чтобы Валерий Николаевич почувствовал море на практике так же, как они сами. Участвуя в экспедиционных рейсах на НПС “Академик Книпович” на Черном море и на судах КаспНИРХ на Каспийском море, он впитал в себя “чувство моря”.

После окончания аспирантуры с 1973 по 1980 г. Валерий Николаевич работал в лаборатории физической и промысловой океанографии ВНИРО в должности младшего научного сотрудника. В 1975 г. в Институте океанологии АН СССР им была защищена диссертация “Некоторые вопросы теории морских течений в приложении к Охотскому морю” [23] на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Одним из оппонентов был профессор Г.И. Баренблатт, который высоко оценил работу. В диссертации В.Н. Зырянову удалось найти аналитические решения ряда задач теории морских течений, в том числе известной проблемы, сформулированной В.Б. Штокманом, об аномальных циркуляциях вокруг островов. Это был период активного внедрения в геофизическую гидродинамику современных математических методов, таких как метод сращиваемых асимптотических разложений, и Валерию Николаевичу в этом принадлежит существенная роль. Основным районом исследований ВНИРО в тот период была Антарктика. Еже-

годные экспедиции ВНИРО в район моря Скоша и другие районы Антарктики доставляли богатейший материал по гидрологии этих районов, что, несомненно, было хорошей “пищей” для теоретика. Интерес к этим районам был обусловлен прежде всего чисто практическими потребностями, а именно – промыслом антарктического рачка – криля. Основную роль в формировании скоплений криля играли морские течения, поэтому их расчет был одной из необходимых составляющих прогнозирования ареалов его скопления в Мировом океане. Для этих целей В.Н. Зыряновым была разработана численная гидродинамическая модель и рассчитаны течения моря Скоша (совместно с В.В. Масленниковым и Г.П. Гордиенко) [50], течений вод Фолклендско-Патагонского шельфа [55], исследованы особенности формирования меандров вторичной фронтальной зоны в море Скоша – одного из основных ареалов скопления криля в этой части атлантического сектора Антарктики [16], а также меандров в море Уэдделла и прилегающей к нему области Антарктического циркумполярного течения [36]. К сожалению, самому побывать в антарктических рейсах НПС “Академик Книпович” с заходами в иностранные порты Валерию Николаевичу так и не удалось, так как, проработав всего два года в закрытом оборонном КБ, он на 15-летний срок попал в разряд “невъездных”.

В эти же годы его внимание привлекает интересная проблема в гидродинамике океана, связанная с экспериментальным обнаружением аномалий гидрологических полей над подводными горами. Эти аномалии, как выяснилось в дальнейшем, обусловлены формированием над возвышенностями в океане мезомасштабных антициклонических вихрей (впоследствии эти вихри получили название топографических). Теории формирования этих вихрей для океана тогда не существовало. Однако в классической гидродинамике однородной вращающейся жидкости аналогичное явление было известно под названием “столб или колонна Тейлора”. Топографические вихри в океане были впервые обнаружены косвенно по рыбным скоплениям (поскольку вихри с вертикальными осями и с характерным подъемом глубинных вод представляют собой своеобразные ловушки для планктона и других биогенных веществ) в 1967 г. в районе Гавайского хребта в Тихом океане экспедицией Тихоокеанского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), находящегося во Владивостоке. Так как топографические вихри оказались напрямую связанными с рыбным промыслом, то в их исследовании негативную роль сыграли “экономические интересы” СССР – публикации не проходили в печать, доступную международному сообществу. В результате, открыв топографические вихри на

два года раньше американских океанологов, российские ученые смогли опубликовать свои результаты в реферируемых изданиях значительно позже них [9, 14, 15, 20, 27, 29, 30, 35, 54, 56, 79–80, 83–88]. (Для сравнения: Понтекорво Т.Б. Некоторые особенности распределения гидрологических и биологических характеристик в районах банок Гавайского подводного хребта // Изв. ТИНРО. 1974. Т. 92. С. 32–37; Huppert H.E., Bryan K. Topographically generated eddies // Deep Sea Res. 1976. V. 23. № 8. P. 655–679.) Проблема топографических вихрей стала для В.Н. Зырянова на долгие годы основной в его научных исследованиях.

В 1980 г. Валерий Николаевич переходит в ИВП АН СССР (теперь ИВП РАН; Российская академия наук (РАН), образованная в 1724 г., вернула себе свое историческое название лишь в 1991 г.) на должность старшего научного сотрудника. В 1985 г. в Гидрометеиздате выходит его первая книга “Теория установившихся океанических течений” [33]. В ней излагаются строгая математическая теория крупномасштабных течений в океане, теория экваториальных противотечений, основы теории топографических вихрей; все это представлено с единой позиции – на основе метода сращиваемых асимптотических разложений. При написании этой книги и в последующем большое влияние оказали на него В.М. Каменкович и В.Ф. Козлов в плане разумного сочетания использования строгих математических методов и простых физических соображений при решении задач геофизической гидродинамики. Исследуя проблему формирования вихрей над подводными горами в океане, в своих работах Валерий Николаевич развивает полную теорию этого гидродинамического явления для относительно невысоких возвышенностей во вращающейся стратифицированной (бароклинной) жидкости. Его теоретические исследования позволили выявить новые вихревые структуры, такие как инверсные конические вихри, вихревые топографические линзы и др. [11, 13–16, 19, 35, 88]. В 1993 г. на заседании диссертационного совета при Институте океанологии РАН он защищает диссертацию “Топографические вихри в динамике морских течений” [34] на соискание ученой степени доктора физико-математических наук (оппоненты: В.Ф. Козлов, Е.Н. Пелиновский, Г.М. Резник). В 1995 г. под таким же названием выходит в свет его вторая книга [35], которая к настоящему времени стала настольной для многих специалистов по теории океанских вихрей. В 2002 г. В.Н. Зырянову присвоено звание профессора по специальности “Физика атмосферы и гидросферы”.

С приходом в ИВП в области его научных интересов появились новые объекты – относительно неглубокие арктические полярные моря. Экспедиционные исследования в Белом море в зим-



В.Н. Зырянов и Д.В. Зырянов. В кулуарах симпозиума “Hamiltonian dynamics, vortex structures, turbulence” под эгидой международного общества теоретической и прикладной механики (IUTAM), Математический институт им. В.А. Стеклова, Москва, 2006 г.

ний и летний периоды, в которых он участвовал и многими из которых руководил, привели к обнаружению градиентно-вязкого режима движения приливной волны на мелководье. Это послужило началом серии его теоретических работ, результатом которых стало открытие новых гидродинамических явлений для приливных морей [3, 5]. Так был открыт эффект нелинейной приливной накачки уровня [51]. Впоследствии им была разработана полная теория этого эффекта, получившего название “пампинг-эффект”, для нелинейных параболических дифференциальных уравнений, что позволило дать объяснения процессов нелинейной приливной накачки уровня моря на мелководье, антипотепления глубинных вод Мирового океана, повышения скорости нарастания льда при колебаниях температуры воздуха [4, 10, 26, 28, 42, 45, 46, 65, 66, 76]. Также им обнаружен неизвестный до этого тип остаточного вдольберегового переноса вод под действием приливных волн [20, 23]. Занимаясь проблемой влияния на морскую среду прокладки газовой магистрали с п-ова Ямал через Байдарацкую губу, он обнаружил, что теории транспорта наносов под действием приливных волн практически не существует. Увлечшись этой новой для него проблемой, он сумел теоретически предсказать существование в приливных морях новых, не наблюдавшихся в речных руслах, песчаных макроформ – инверсных дюн (или антидюн). Впоследствии такие донные песчаные структуры были получены в лабораторных экспериментах им и его учеником А.Б. Решетковым [52, 53].

Здесь следует отметить, что лабораторное моделирование всегда было одним из “коньков” Валерия Николаевича. В 1994 г. В.Н. Зырянов и



В.Н. Зырянов и А.Б. Решетков обсуждают план лабораторного эксперимента по моделированию формирования антициклон. Лаборатория гидродинамики ИВП РАН, 1997 г.

М.А. Соколовский получили трехлетний престижный международный грант ИНТАС. Согласно требованиям, проект должен был выполняться совместно с коллегами из двух стран Европейского содружества. Российские участники пригласили к сотрудничеству Питера Дэвиса (Peter Davies) из Великобритании и Жака Веррона (Jacques Vergon) из Франции. Иностранцы согласились, и жесткий конкурс (11 заявок на одно место) был выигран. Профессор Питер Дэвис – известный специалист по лабораторному моделированию геофизических процессов – пригласил российских коллег в свою лабораторию в Университете Данди (Шотландия) в мае 1997 г., предоставив для лабораторных исследований в их полное распоряжение установку в виде вращающегося кругового контейнера. За месяц работы в Данди были проведены пробные эксперименты по изучению влияния осесимметричного подводного препятствия в виде усеченного конуса на движение жидкости. Теоретическая модель этих процессов представлена в [56, 83, 93, 94]. Проведенные лабораторные исследования в Данди послужили толчком к тому, что Валерий Николаевич позже сконструировал и собственноручно создал аналог подобной установки в своей лаборатории в ИВП РАН. На этой установке он самостоятельно, а также совместно со своими учениками А.Б. Решетковым, М.К. Чебановой и В.М. Егоровой получил ряд интересных результатов, опубликованных в [38, 40, 52, 53, 64, 68, 69, 89, 90]. Установка в настоящее время находится в рабочем состоянии, и сотрудники лаборатории предполагают продолжить реализацию запланирован-

ных Валерием Николаевичем экспериментальных исследований.

Не остались в стороне от внимания Валерия Николаевича и водохранилища. Проводя экспериментальные исследования динамики течений Ивановского водохранилища, он обнаружил, что, несмотря на его мелководность (вся жидкость лежит в пределах так называемого слоя Стокса), в распределении скорости течений по вертикали явно наблюдается наличие пограничных слоев вблизи дна, свободной поверхности (или льда) и около горизонта максимума скорости. Развивая теорию в этом направлении, он показал, что эти пограничные слои обусловлены исключительно энергией турбулентности и имеют нелинейную диффузионную структуру [2, 3, 17, 21, 48, 58, 59, 67, 75–77, 82]. Другое важное направление деятельности В.Н. Зырянова – это исследование гидродинамических особенностей зоны смешения речных и морских вод в эстуариях. Совместно со своей ученицей М.К. Чебановой и при участии Н.Н. Филатова он усовершенствовал теорию интрузии морских вод в устья приливных рек [67–69, 71, 72].

Последние увлечения В.Н. Зырянова связаны с исследованием природы на первый взгляд совершенно различных, но имеющих родственный генезис процессов: загадочные ледовые кольца на замерзшей поверхности Байкала [1, 47, 92] и Кипрский вихрь в Левантийском бассейне Средиземного моря [41, 79].

В первом случае им предложена новая гидродинамическая концепция образования ледовых колец. Он показал теоретически, что таяние льда снизу в форме кольца обусловлено, скорее всего,



Слева направо: Д.В. Зырянов, К.В. Кошель, С.В. Супруненко, В.Н. Зырянов, М.А. Соколовский у входа в лабораторный корпус знаменитой экспериментальной установки “Кориолис” Лаборатории геофизических и промышленных потоков (LEGI/CNRS) в последний день проведения XVIII Конгресса французских механиков (18^{ème} Congrès Français de Mécanique), Гренобль, Франция, 2007 г.

образованием вертикального слоя Стюартсона на боковых поверхностях геострофических топографических вихрей, формирующихся над угловыми областями подводных каньонов и, как следствие, появлением кольцевых дивергентных вихрей подо льдом в области пересечения вертикального цилиндрического слоя Стюартсона и горизонтального подледного слоя Экмана [80, 86, 91]. (Эта концепция развивается также в статье В.Н. Зырянова, М.К. Чебановой и Д.В. Зырянова [70] в данном номере журнала. Отметим, что альтернативная гипотеза о возможном механизме образования ледовых колец на Байкале выдвигается здесь же Н.Г. Граниным с соавторами. Авторы статьи полагают, что кольца на поверхности льда Байкала формируются под воздействием системы апвеллингов, инициируемых всплыванием газовых гидратов из толщи донных отложений озера. Впрочем, в [70] приведены убедительные соображения о недостаточной репрезентативности этой гипотезы.)

Во втором случае (Кипрский вихрь) дано объяснение формирования квази-стационарной дипольной структуры, состоящей из циклонического и антициклонического вихрей, расположенных южнее о. Кипр, как проявления реакции фонового зонального течения на топографическую особенность в виде крупномасштабной котловины с поднимающейся на ее периферии возвышенностью в центральной части Левантийского бассейна [39–41, 79].

В ИВП РАН Валерий Николаевич прошел путь от старшего научного сотрудника до заведующего организованной им лабораторией гидродинамики, которую он возглавлял до своих последних дней. В период с 2000 по 2004 г. он был заместителем директора Института по научной работе. Нынешний высокий академический рейтинг ИВП РАН достигнут в значительной мере усилиями Валерия Николаевича.

В.Н. Зырянов принимал активное участие в научно-организационной работе. В течение многих лет он был заместителем главного редактора журнала “Водные ресурсы”, членом Ученого совета ИВП РАН, заместителем председателя специализированного совета по защите диссертаций при ИВП РАН, председателем секции “Гидрология суши, водные ресурсы” Ученого совета ИВП РАН, членом диссертационного совета при Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Валерий Николаевич вел активную педагогическую деятельность, под его руководством защищено 5 диссертаций, среди которых одна докторская; на протяжении многих лет читал курсы лекций на физическом факультете МГУ по гидродинамике океана и водоемов суши.

Доброжелательный, жизнерадостный, всегда открытый для общения, он любил шутки, анекдоты и обычно был центром любой компании с неприменными гитарой или баяном. Таким он навсегда останется в нашей памяти. Уход Валерия Николаевича — огромная потеря, которую невоз-

можно восполнить. Нам очень сильно будет его не хватать.

Родственники, друзья, ученики, коллеги, Дирекция ИВП РАН, Редакция и редколлегия журнала “Водные ресурсы”.

В настоящем мемориальном номере журнала не все статьи относятся к традиционной тематике журнала “Водные ресурсы”, но каждая из них в некоторой мере отражает круг научных интересов Валерия Николаевича Зырянова и посвящается авторами его памяти.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ В.Н. ЗЫРЯНОВА

1. Асламов И.А., Балин Ю.А., Башенхаева М.В., Блинов В.В., Гнатовский Р.Ю., Домышева В.М., Ефимова Т.В., Жамсуева Г.С., Жученко Н.А., Загайнов В.А., Зайцева Е.П., Захаренко А.С., Земская Т.И., Зырянов В.Н., Зырянов Д.В., Кирильчик С.В., Кучер К.М., Ломакина А.В., Майкова О.О., Макаров М.М., Минчева Е.В., Моисеева Н.А., Непокрытых А.В., Панченко М.В., Перетолчина Т.Е., Подлесная Г.В., Пудовкина Т.А., Суслова М.Ю., Тимошкин О.А., Фирсова А.Д., Хабеев А.В., Ханаев И.В., Хлыстов О.М., Ходжер Т.В., Чурилова Т.Я., Штыкова Ю.Р., Шубенкова О.В., Шербаков Д.Ю., Федотов А.П. Экспедиционные работы ЛИН СО РАН на озере Байкал в 2019 году // Материалы конф. “Итоги экспедиционных исследований в 2019 году в Мировом океане, внутренних водах и на архипелаге Шпицберген”. Севастополь, 2020. С. 166–171.
2. Дебольская Е.И., Зырянов В.Н. Вертикальная турбулентная структура течений в мелком море // Вод. ресурсы. 1994. Т. 21. № 6. С. 581–589.
3. Дебольский В.К., Зырянов В.Н., Мордасов М.А. О турбулентном обмене в приливном устье при наличии ледяного покрова // Динамика и термика рек и водохранилищ. М.: Наука, 1984. С. 279–290.
4. Зырянов В.Н. Антипотепление глубинных слоев Мирового океана // Океанология. 2007. Т. 47. № 5. С. 666–673.
5. Зырянов В.Н. Вихревая структура вторичных течений в окрестности острова в приливном море // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1991. Т. 27. № 4. С. 448–462.
6. Зырянов В.Н. Вихревая структура остаточного приливного течения в окрестности острова // Тез. докл. III Съезда советских океанологов. Л., 1987. С. 83–84.
7. Зырянов В.Н. Влияние подводных банок и хребтов на динамику вод открытого океана. Вихри Тейлора // Тез. докл. V Всесоюз. конф. по промышленной океанологии. Калининград, 1979. С. 29–30.
8. Зырянов В.Н. Вторичные тороидальные вихри над локализованными возмущениями дна во вращающейся жидкости // Тез. докл. Междунар. конф. “Регулярная и хаотическая гидродинамика. Приложения к атмосфере и океану”. Ижевск: УдГУ, 2010. С. 17–18.
9. Зырянов В.Н. Вторичные тороидальные вихри Тейлора над возмущениями дна во вращающейся жидкости // Докл. РАН. 2009. Т. 427. № 2. С. 192–198.
10. Зырянов В.Н. Гидродинамика соленостного клина // Вод. ресурсы. 1987. Т. 14. № 6. С. 107–125.
11. Зырянов В.Н. Гидродинамические основы формирования крупномасштабной циркуляции вод Каспийского моря. Ч. I. Асимптотическая теория // Вод. ресурсы. 2015. Т. 42. № 6. С. 600–612.
12. Зырянов В.Н. Гидродинамические основы формирования крупномасштабной циркуляции вод Каспийского моря. Ч. II. Численные расчеты // Вод. ресурсы. 2016. Т. 43. № 2. С. 149–163.
13. Зырянов В.Н. Гидродинамические особенности растекания пятен нефти в море // Тез. докл. Междунар. конф. молодых ученых “Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах”. М.: ИПМех РАН, 2015. С. 85–88.
14. Зырянов В.Н. Гидрофизические основы формирования промысловых скоплений на поднятиях дна // Промысловая океанография. М.: Агропромиздат, 1986. С. 113–126.
15. Зырянов В.Н. Двойные и инверсные вихри Тейлора–Хогга в стратифицированном океане // ДАН СССР. 1984. Т. 277. № 4. С. 967–971.
16. Зырянов В.Н. Динамика вод юго-западной Атлантики и особенности залегания пикноклина // Океанологические исследования промысловых районов Мирового океана. М., 1980. С. 50–65.
17. Зырянов В.Н. Инверсия уклона уровня в стратифицированных водохранилищах равнинного типа и внутриводоемная интенсификация течений // Вод. ресурсы. 2009. Т. 36. № 4. С. 418–427.
18. Зырянов В.Н. К вопросу о ветровых течениях в проливе // Океанология. 1974. Т. 14. № 3. С. 468–473.
19. Зырянов В.Н. К вопросу о водообмене через северные Курильские проливы // Океанология. 1974. Т. 14. № 1. С. 16–21.
20. Зырянов В.Н. К теории вихрей Тейлора в стратифицированном океане // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1981. Т. 17. № 10. С. 1072–1083.
21. Зырянов В.Н. К теории течений вокруг островов // Океанология. 1991. Т. 31. № 3. С. 363–372.
22. Зырянов В.Н. Лед и подледные процессы // Тез. докл. Второй междунар. науч. шк. молодых ученых “Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах. М.: МГТУ, 2016. С. 90–92.
23. Зырянов В.Н. Некоторые вопросы теории морских течений в приложении к Охотскому морю // Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: ИОРАН, 1974. 12 с.
24. Зырянов В.Н. Некоторые свойства бимногообразий в категориях // Десятый Всесоюзный алгебраический коллоквиум. Резюме сообщений и докладов. П. Новосибирск, 1969. С. 113–114.
25. Зырянов В.Н. Некоторые свойства бимногообразий в категориях // Сиб. мат. журн. 1971. Т. 12. № 3. С. 536–545.
26. Зырянов В.Н. Нелинейная волновая диффузия в геосредах: пампинг-эффект // Избранные труды Института водных проблем РАН: 1967–2017. М.: ИВП РАН, 2017. С. 125–161.

27. Зырянов В.Н. Нелинейные вихри Тейлора в стратифицированном океане // Тез. докл. II Всесоюз. съезда океанологов. Вып. 1. Севастополь, 1982. С. 65–66.
28. Зырянов В.Н. Нелинейный пампинг-эффект в колебательных процессах в геофизике // Вод. ресурсы. 2013. Т. 40. № 3. С. 227–239.
29. Зырянов В.Н. Обтекание рельефа дна меандрирующим потоком // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1986. Т. 22. № 12. С. 1300–1308.
30. Зырянов В.Н. Особенности морских течений в районах подводных хребтов и изолированных поднятий дна океана. Вихри Тейлора // Условия среды и биопродуктивность моря. М.: ВНИРО, 1982. С. 98–109.
31. Зырянов В.Н. Распределение энергии турбулентности в слое Стокса // Изв. РАН. МЖГ. 2005. № 6. С. 61–73.
32. Зырянов В.Н. Сейши подо льдом // Вод. ресурсы. 2011. Т. 38. № 3. С. 259–271.
33. Зырянов В.Н. Теория установившихся океанических течений. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 248 с.
34. Зырянов В.Н. Топографические вихри в динамике морских течений. Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. М.: ИО РАН, 1993. 35 с.
35. Зырянов В.Н. Топографические вихри в динамике морских течений. М.: ИВП РАН, 1995. 240 с.
36. Зырянов В.Н. Топографическое меандрирование и области неустойчивости зоны взаимодействия вод моря Уэдделла и Антарктического циркумполярного течения // Антарктика. 1979. № 18. С. 123–133.
37. Зырянов В.Н. Численный расчет установившихся течений Охотского моря (прогностическая модель) // Тр. ВНИРО. 1977. Т. 109. С. 24–30.
38. Зырянов В.Н. Экспериментальные исследования вихревых торов над возмущениями дна во вращающейся однородной жидкости // Процессы в геосредах. 2015. № 2 (2). С. 46–54.
39. Зырянов В.Н., Егорова В.М. Вихри в стратифицированной вращающейся жидкости со сложным рельефом дна // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Сборник научных трудов. Нижний Новгород: Изд-во Студия Ф1, 2019. С. 144–149.
40. Зырянов В.Н., Егорова В.М. Теоретическое и лабораторное моделирование бифуркации топографического вихря на вихревые торы над двухступенчатой осесимметричной возвышенностью // Вод. ресурсы. 2022. В печати.
41. Зырянов В.Н., Егорова В.М. Топографические вихри над неосесимметричным возмущением рельефа дна // Шестая международ. науч. конф.-шк. молодых ученых “Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах”. Сб. материалов. М.: ИПМех РАН, 2020. С. 97–100.
42. Зырянов В.Н., Жмур В.В., Фомин Ю.В. Нелинейная волновая интрузия вод в береговые подземные горизонты: теория, эксперимент // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения. М.: ИВП РАН, Рос. инф.-аналит. и науч.-иссл. водохоз. центр, 2017. С. 71–77.
43. Зырянов В.Н., Котлякова Т.В. Численное моделирование методом контурной динамики остаточной приливной циркуляции в окрестности подводной возвышенности // Гидрофизические процессы в реках, водохранилищах и окраинных морях. М.: Наука, 1989. С. 158–165.
44. Зырянов В.Н., Котлякова Т.В. Численное моделирование эволюции свободных вихрей в окрестности подводной возвышенности в море методом контурной динамики // Гидрофизические процессы в реках, водохранилищах и окраинных морях. М.: Наука, 1989. С. 137–155.
45. Зырянов В.Н., Круглихин С.А. Нелинейная задача Стефана о росте льда при колебаниях температуры воздуха // Процессы в геосредах. 2016. № 4 (9). С. 318–326.
46. Зырянов В.Н., Круглихин С.А. Пампинг-эффект в задаче нарастания льда // Тез. докл. Международ. науч. шк. молодых ученых “Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах”. 2015. С. 89–92.
47. Зырянов В.Н., Кураев А.В., Костяной А.Г. Ледовые кольца Байкала: наблюдения, гипотезы, теория // Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в гидросфере и атмосфере. МСП-2018. Сб. тр. Международ. симпоз. “Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в гидросфере и атмосфере МСП-2018”. М.: ИО РАН, Московский ун-т им. С.Ю. Витте, 2018. С. 151–155.
48. Зырянов В.Н., Лапина Л.Э. Склоновые течения в морях, озерах и водохранилищах, обусловленные диффузионными эффектами // Сб. науч. тр. Всерос. конф. “Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России”. Краснодар, 2010. С. 129–140.
49. Зырянов В.Н. Лейбо А.Б. Эволюция приливной волны в устье реки с ледяным покровом // Гидрофизические процессы в реках и водохранилищах. М.: Наука, 1985. С. 446–457.
50. Зырянов В.Н., Масленников В.В., Гордиенко Г.П. Градиентные течения моря Скотия // Океанология. 1976. Т. 16. № 6. С. 768–775.
51. Зырянов В.Н., Музылев С.В. Нелинейная накачка уровня приливами на мелководье // ДАН СССР. 1988. Т. 298. № 2. С. 454–458.
52. Зырянов В.Н., Решетков А.Б. О переносе взвеси и переформировании дна приливами на мелководье // Океанология. 1998. Т. 38. № 5. С. 750–758.
53. Зырянов В.Н., Решетков А.Б. Остаточный вдольбереговой перенос водных масс течением на мелководье // Океанология. 1999. Т. 39. №3. С. 328–338.
54. Зырянов В.Н., Рыжов Е.А., Кошель К.В. Вихревые торы над возмущениями дна во вращающейся жидкости // Докл. РАН. 2013. Т. 450. № 2. С. 171–175.
55. Зырянов В.Н., Северов Д.Н. Циркуляция вод Фолклендско-Патагонского района и ее сезонная изменчивость // Океанология. 1979. Т. 19. № 5. С. 782–791.
56. Зырянов В.Н., Соколовский М.А. Движение частицы в периодическом потоке над изолированным под-

- водным препятствием // Изв. РАН. МЖГ. 1997. № 4. С. 191.
57. Зырянов В.Н., Фельзенбаум А.И. К теории ветровой циркуляции в однородном океане с островами и впадинами // Океанология. 1976. Т. 16. № 5. С. 776–781.
 58. Зырянов В.Н., Фролов А.П. Придонные компенсационные противотечения в водохранилищах равнинного типа // Вод. ресурсы. 2006. Т. 33. № 1. С. 5–13.
 59. Зырянов В.Н., Фролов А.П., Хубларян М.Г. Некоторые нелинейные задачи фильтрации грунтовых вод // Изв. РАН. МЖГ. 2009. № 5. С. 110–120.
 60. Зырянов В.Н., Хубларян М.Г. Пампинг-эффект в теории нелинейных процессов типа уравнения теплопроводности и его приложение в геофизике // Докл. РАН. 2006. Т. 408. № 4. С. 535–538.
 61. Зырянов В.Н., Хубларян М.Г., Фролов А.П. Нелинейная динамика безнапорной фильтрации грунтовых вод // Докл. РАН. 2009. Т. 426. № 1. С. 101–105.
 62. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Гидродинамические эффекты при вхождении волн в эстуарии // Вод. ресурсы. 2016. Т. 43. № 4. С. 379–386.
 63. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Диссипативно-конфузорная перемежаемость в динамике приливных волн // Изв. РАН. МЖГ. 2017. № 6. С. 13–23.
 64. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Зональная несимметричность вязких волн на бета-плоскости // Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в гидросфере и атмосфере МСП-2018. Сб. тр. Междунаро. симпоз. М.: ИО РАН, Московский ун-т им. С.Ю. Витте, 2018. С. 156–159.
 65. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Нелинейная задача Стефана о росте льда в пресноводном водоеме // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Сборник научных трудов. Нижний Новгород: Изд-во Студия Ф1, 2019. С. 150–154.
 66. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Нелинейная накачка уровня – пампинг-эффект в воронкообразных приливных заливах // Междунаро. конф. “Современные проблемы термогидромеханики океана”. М.: ИОРАН, 2017. С. 64–67.
 67. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Приливные волны в эстуарии // Процессы в геосредах. 2015. № 3 (3). С. 21–33.
 68. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Экспериментальные исследования несимметричности левых и правых бухт в динамике приливных волн // Процессы в геосредах. 2017. № 1 (10). С. 410–418.
 69. Зырянов В.Н., Чебанова М.К. Эффекты конфузора и турбулентного трения в динамике приливных волн в эстуарии // Тез. докл. Междунаро. конф. молодых ученых “Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах”. М.: ИПМех РАН, 2015. С. 92–95.
 70. Зырянов В.Н., Чебанова М.К., Зырянов Д.В. Каньонные вихри. Приложение теории к феномену ледовых колец Байкала // Вод. ресурсы. 2022. В печати.
 71. Зырянов В.Н., Чебанова М.К., Филатов Н.Н. Взаимодействие морских и речных вод в устьях приливных рек (на примере устья р. Кеми) // Научное обеспечение реализации “Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года”. Сб. науч. тр. / Под ред. В.Г. Пряжинской, А.Н. Гельфана, М.И. Степановой, Р.И. Бедной, Ю.Е. Казакова. Т. 1. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. С. 287–294.
 72. Зырянов В.Н., Чебанова М.К., Филатов Н.Н. Интрузия морских вод в устья рек // Вод. ресурсы. 2013. Т. 42. № 5. С. 492–503.
 73. Зырянов В.Н., Шурганова С.В. Растекание пятна нефти по поверхности моря с учетом выветривания // Процессы в геосредах. 2015. № 1 (1). С. 30–36.
 74. Люшвин П.В., Зырянов В.Н., Егоров С.Н., Кухарский А.В., Полонский В.Ф., Коршенко А.Н., Лобов А.Л. Влияние пиковых попусков с Волгоградской ГЭС на экологию Северо-Западного Каспия // Современ. проблемы дистанцион. зондирования Земли из космоса. 2006. Т. 3. № 2. С. 121–129.
 75. Хубларян М.Г., Зырянов В.Н. О моделировании взаимосвязи водных потоков // Вод. ресурсы. 2006. Т. 33. № 5. С. 543–554.
 76. Хубларян М.Г., Зырянов В.Н., Фролов А.П. Нелинейные аспекты фильтрации грунтовых вод // Вод. ресурсы. 2010. Т. 37. № 2. С. 176–185.
 77. Хубларян М.Г., Фролов А.П., Зырянов В.Н. Моделирование водных потоков при наличии высшей водной растительности // Вод. ресурсы. 2004. Т. 31. № 6. С. 668–674.
 78. Aslamov I.A., Granin N.G., Zyryanov V.N. More intensive ice melting and turbulent exchange under the ice in the areas of the jet-like currents on lake Baikal // Limnol. Freshwat. Biol. 2020. № 4. P. 906–907.
 79. Egorova V.M., Zyryanov V.N., Sokolovskiy M.A. The hydrodynamic theory of the Cyprus eddy // Ocean Dynamics. 2021. V. 71. № 11.
 80. Koshel K.V., Ryzhov E.A., Zyryanov V.N. Toroidal vortices over isolated topography in geophysical flows // Fluid Dynamics Res. 2014. V. 46. № 3. 031405.
 81. Lapina L.E., Zyryanov V.N. Pumping-effect in soils of permafrost // Int. Conf. “Solving the puzzles from Cryosphere”. Program. Abstracts. The Hague, 2019. P. 184–185.
 82. Samolyubov B.I., Zyryanov V.N., Sluev M.V., Kirpichnikova N.V. The structure of flows in the Ivan’kovo reservoir // Water Resour. 2000. V. 27. № 6. P. 604–610.
 83. Sokolovskiy M.A., Zyryanov V.N., Davies P.A. On the influence of an isolated submerged obstacle on a barotropic tidal flow // Geophys. Astrophys. Fluid Dyn. 1998. V. 88. № 1–2. P. 1–30.
 84. Zyryanov V.N. On the stability of stratified quasi-geostrophic currents with vertical shear // Book of abstracts “IUTAM Symposium on Hamilton dynamics, vortex structures, turbulence. M., 2006. P. 156–158.
 85. Zyryanov V.N. On the stability of stratified quasi-geostrophic currents with vertical shear above isolated topographic features // Solid Mech. Appl. 2008. V. 6. P. 435–43.
 86. Zyryanov V.N. Taylor-Couette flow above seamounts // Résumés of 18^{ème} Congrès Français de Mécanique. Grenoble, 2007. P. 49.
 87. Zyryanov V.N. The joint effect of baroclinicity and a current velocity shift (JEBACS) in generation of topographic eddies and attendant wave traces above isolated

- seamounts // *Annales Geophys. XXI General Assembly of EGS. Pt II. Hydrol. Oceans, Atmos. Nonlinear Geophys. The Hague, 1996. V. 14. Supp. II. P. 677.*
88. *Zyryanov V.N.* Topographic eddies in a stratified ocean // *Regular and Chaotic Dynamics. 2006. V. 11. № 4. P. 491–521.*
89. *Zyryanov V.N., Chebanova M.K.* Experimental studies of the Earth rotation impact on tides in the curvilinear bays / Ed. T. Chaplina // *Processes in GeoMedia. V. II. Springer Geol. Cham: Springer, 2021. P. 365–375.*
90. *Zyryanov V.N., Chebanova M.K.* Viscous waves on a beta-plane and its zonal asymmetry // *Ocean Dyn. 2019. V. 69. № 4. P. 427–441.*
91. *Zyryanov V.N., Chebanova M.K., Zyryanov D.V.* Baikal ice rings: a new hydrodynamic approach // *Limnol. Freshwat. Biol. 2020. № 4. P. 639–640.*
92. *Zyryanov V.N., Granin N.G., Zyryanov D.V., Chebanova M.K., Aslamov I.A., Gnatovsky R.Yu., Blinov V.V.* Preliminary results of the summer and winter campaigns 2019–2020 on lake Baikal in the framework of the RFBR project for the study of eddies that form ice rings // *Limnol. Freshwat. Biol. 2020. № 4. P. 954–955.*
93. *Zyryanov V.N., Sokolovskiy M.A.* Movement of the liquid particle in tidal flow above an isolated underwater obstacle // *XXI General Assembly of EGS. Annales Geophys. Pt II. Hydrol. Oceans, Atmos. Nonlinear Geophys. The Hague, 1996. V. 14. Supp. II. P. 663.*
94. *Zyryanov V.N., Sokolovskiy M.A.* The influence of an isolated underwater seamount on the structure of the stratified reverse flow // *Int. Conf. “Dynamics of ocean and atmosphere”. Moscow, Shirshov Inst. Oceanol. RAS, 1995. P. 69–70.*