



IX Международная научно-практическая конференция

«Морские исследования и образование»

IX International conference

«Marine Research and Education»

MARESEDU-2020



**ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ / CONFERENCE
PROCEEDINGS
Том II (II) / Volume II (II)**

26-30 октября 2020 г.

УДК [551.46+574.5](063)

ББК 26.221я431+26.38я431+28.082.40я431

Т78

Труды IX Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2020)» Том II (III): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2020, 253 с.: ISBN 9978-5-6045536-3-3.

Сборник «Труды IX Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2020)» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции, состоящую из трех томов. Сборник включает в себя главы, соответствующие основным секциям технической программы конференции: океанология, гидрология, морская геология, морская биология, геофизические исследования на акваториях, геофизика, рациональное природопользование и подводное культурное наследие.

Все тезисы представлены в редакции авторов.

В рамках конференции участники обсудили состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, шельфовых морей и крупнейших озер, актуальные проблемы рационального природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, проблемы освоения ресурсов континентального шельфа, достижения науки в области морской геологии, современные подходы к исследованиям обширных акваторий дистанционными методами, проблемы устойчивого развития экосистем моря и прибрежной зоны, организацию и проведение комплексных экспедиционных исследований, преподавание «морских дисциплин», вопросы организации полевых практик студентов.

Мероприятия проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №20-05-22025.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский
пр-т, д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

ООО «Центр морских исследований МГУ
имени М.В. Ломоносова».

РФ, 119234, г. Москва, ул. Ленинские
Горы, д. 1, стр. 77

(495) 648-65-58/ 930-80-58

Все права на издание принадлежат
ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова».

© ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова», 2020
© ООО «ПолиПРЕСС»

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ЗИМНЕГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИЛИВНОГО УСТЬЯ Р. ВАРЗУГИ

Авторы: Ахмерова Н.Д.¹, Крастынь Е.А.¹, Куликова Ж.М.¹, Мигунов Д.А.¹, Панченко Е.Д.¹, Горин С.Л.², Терский П.Н.¹

¹ *Московской Государственный Университет им. М.В. Ломоносова*

² *ФГУП ВНИРО, Москва*

Введение

В работе освещаются основные закономерности зимнего гидрологического режима приливного устья р. Варзуги (Терский берег Белого моря). Сведения были получены в ходе полевых наблюдений, выполненных в рамках экспедиции кафедры гидрологии суши Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, ФГУП ВНИРО и ФГБУ «ГОИН», проходившей с 28 января по 2 февраля 2020 г. Устьевой режим Варзуги подвергается заметному влиянию Белого моря, выражающемуся в изменении уровней, расходов воды, скоростей и направления течения, характеристик ледяного покрова и гидрохимических характеристик. Во время проведения исследований было установлено, что дальность распространения прилива составляет 20 км, а осолоненных – 7,5 км. Также были получены сведения об их связях с приливами на морском побережье по величине и времени.

Характеристика объекта исследования

Река Варзуга - крупнейшая река Кольского полуострова. Ее протяженность составляет 254 км, площадь водосбора в устье равна 9840 км². На устьевом участке Варзуги в нее впадает два притока: р. Кица и р. Кимокша. Среднегодовой расход воды в 23 км выше устья (с. Варзуга) – 83,6 м³/с [<https://gmvo.skniivh.ru>], в устье Кицы (рассчитанный по аналогу) – 17,7 м³/с. Устьевая область Варзуги сочетает в себе черты простой, с открытым взморьем и эстуарной, с полузакрытым взморьем. Устьевой участок имеет протяженность около 20 км. В летнюю межень распространение приливных колебаний уровней воды составляет порядка 18 км, обратные течения зафиксированы в 7 км выше устьевого створа. В 4,6 км выше устья в малую воду в поверхностном слое вода пресная, а в прилив – соленая. [Крыленко, Липка, 2018]

Регулярные сетевые наблюдения за гидрологическим режимом реки Варзуги ведутся на посту Росгидромета — с. Варзуга: измеряются расходы, уровни и температура воды, ведутся наблюдения за толщиной льда и ледовыми условиями. Наблюдения за уровнем прибрежной части Белого моря ведутся только на морском посту гидрометеорологической станции «Умба», оснащенном мареографом. Ближайшие морские посты – Кашкаранцы и Чаваньга проводят лишь метеорологические наблюдения. [Крыленко, Липка, 2018]

Методы исследования

Полевые работы в устьевой области Варзуги охватывали целиком устьевой участок реки (20 км от устьевого створа), а также небольшой участок устьевого взморья (рис. 1).

Для исследования гидродинамического режима устьевого участка велись наблюдения за уровнями воды, скоростями течения, расходами воды, солёностью, температурой и гидрохимическим составом воды и льда. Каждая из характеристик наблюдалась с точной пространственной и временной привязкой.

Уровень воды регистрировался в нескольких точках на разном удалении от устьевого створа с помощью автономных записывающих устройств – регистраторов уровня воды Solinst Levelogger Edge M5-M10 model 3001 и Keller DCX-22, интервал записи составлял 5 минут. Для

привязки уровней воды к Балтийской системе высот использовались приемники глобальной навигационной спутниковой системы Javad Triumph-1, Javad VS, EFT M4, а также нивелир Sokkia B40.

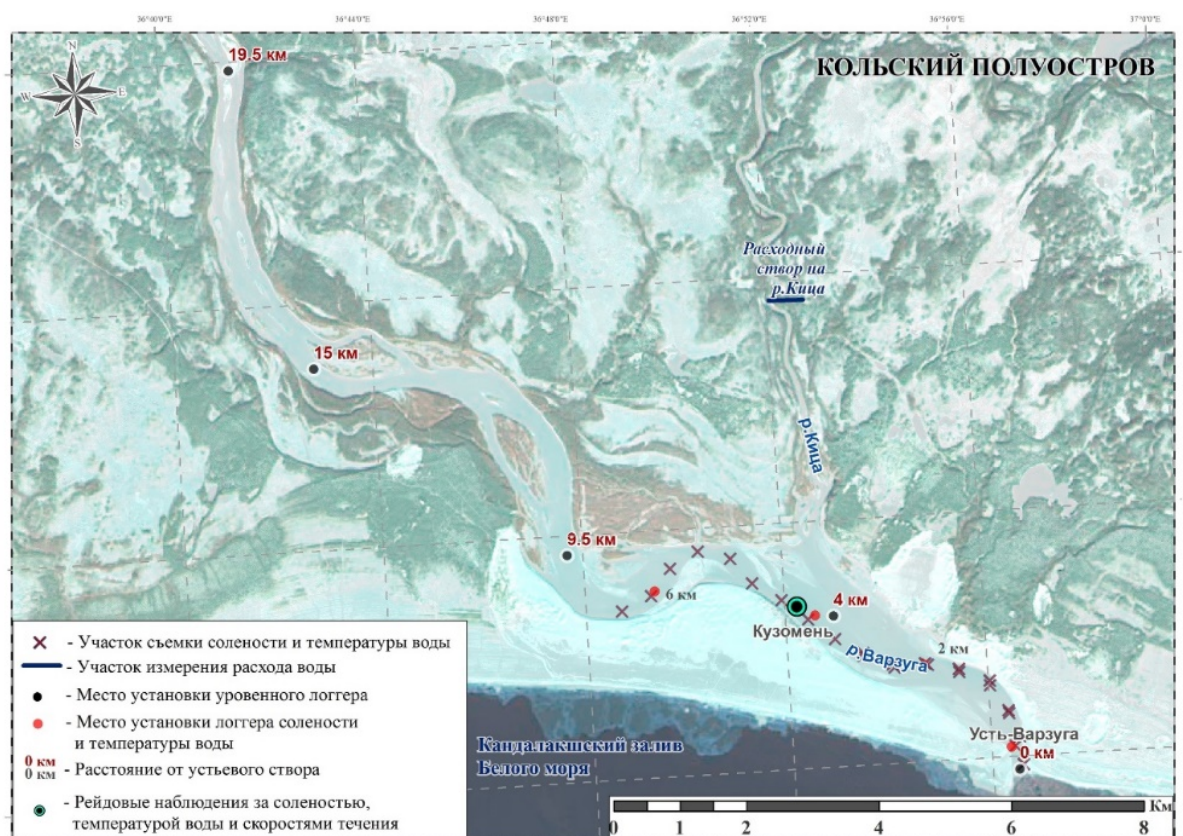


Рисунок 1 – Схема работ на устьевом участке Варзуги

Скорости течения наблюдались, по возможности, в течение всего приливного цикла (12,5 часов в условиях полусуточного прилива). Для измерения использовался акустический доплеровский профилограф течений марки Teledyne RD Instruments (модель «RiverRay») (диапазон измеряемых скоростей течения 0,03 – 4 м/с с погрешностью 0,003 м/с) и измеритель течений Valeport 106. Пространственная привязка створов и точек вертикалей осуществлялась с помощью портативных GPS-навигаторов Garmin с точностью до 5-7 м в географической системе координат WGS 84. С помощью Valeport 106 был также измерен речной расход реки Кицы выше участка проникновения приливов для оценки ее вклада в сток Варзуги.

Измерения температуры и солености воды производились с помощью проводных мультипараметрических зондов YSI 600, YSI Pro 1030, CTD-профилографа YSI CastAway, а также самописцев StarOddi DST CT. Точность проводного зонда выше, чем CTD-зонда CastAway, и составляет 0.5% от отсчета + 0.001 мСм/см.

Гидрометеорологические условия во время экспедиции

Зима 2019-2020 гг. на севере Европейской части России началась позже климатических сроков. Неустойчивый характер погоды затянул процесс установления ледостава и нарастания толщины льда: на Варзуге установление ледостава завершилось в последних числах декабря – начале января, более чем на месяц позже среднеголетних дат. В зимнюю межень 2020 года, когда проводились исследования, расходы воды Варзуги составляли 50 – 60% от среднегодовых значений.

Температура воздуха в период экспедиции менялась от -25,5⁰С до -9,4⁰С. Осадков за время экспедиции выпало 24 мм (4-5% нормы). [<https://rp5.ru>]

Результаты

Ледовая обстановка

Толщина льда на устьевом участке Варзуги постепенно увеличивается от устья вверх по течению. Границей интенсивного воздействия морских вод на толщину льда является участок 7-8 км, где средние значения толщины льда возрастают до 45 см, а общий тренд изменения толщины не имеет предрасположенности к уменьшению. Можно выделить два участка с характерными изменениями толщины льда: 8-15 км, со схожей толщиной льда, различающейся преимущественно в связи с локальными особенностями, такими как морфология русла и 0-8 км, где прослеживается тенденция к уменьшению толщины льда по мере приближения к Белому морю. Сплошной ледяной покров на участке 0-3 км сформировался во время экспедиции, чему способствовали низкие температуры воздуха.

Речной сток

Речной сток Варзуги выше зоны влияния приливов измеряется на г/п Варзуга в 23 км выше устьевого створа, где 30 января 2020 года он составил 42,8 м³/с. Ниже гидрологического поста в Варзугу впадают несколько притоков, в том числе р. Кица. Согласно проведенным во время экспедиции измерениям, расход Кицы в 4 км выше ее устья, где не сказывается влияние приливов, составил 8,3 м³/с. Суммарный же расход Варзуги после впадения Кицы (рис.1) составил 51,1 м³/с.

Уровни воды

Дальность проникновения приливных колебаний уровня была установлена для условий зимней межени и составила порядка 20 км. В устьевом створе величина прилива составила 1,25 м, в створе 4 км она уменьшилась незначительно до – 1,1 м, в 9,5 км от устья – 0,88 м, в 15 км – 0,49 м, в створе 19,5 км от устья – 0,023 м.

При удалении от устья прилив становится ассиметричным: время роста уменьшается, а время падения увеличивается: на расстоянии 15 км время роста уровня (4 часа 5 минут) почти в два раза меньше времени его падения (9 часов). Максимальный уровень воды во всех створах удерживается примерно по 20 минут, однако на каждый километр время наступления максимума смещается на 5 – 10 минут. Время наступления минимального уровня воды отстает на каждый километр в среднем на 15 минут, причем ближе к устью разница меньше (около 10 минут), а на участке 9,5 – 15 км отставание увеличивается до 20 минут.

Скорости течения

Скорости течения измерялись на вертикали на фарватере в 4,5 км выше устьевого створа Варзуги (рис.1) синхронно с уровнями воды и гидрофизическими характеристиками 30 января с 12:00 до 23:15, то есть измерения охватили почти полный приливный цикл.

Измерения были начаты в отлив (спустя примерно 3,5 часа после полной воды), поэтому течение направлено в сторону моря. Средняя по глубине скорость течения в начале измерений была максимальной и составляла 0,49 м/с (12:00), постепенно снижаясь до 0,4 м/с (14:00). Приливный подъем уровней воды начался 15:50, направление течений сменилось между 16:30 и 17:00. Максимальная средняя приливная скорость течения составила -0,34 м/с (18:30). В период с 21:00 до 23:00 наблюдались разнонаправленные течения: в 21:00 в верхнем метровом слое воды было слабое течение в сторону моря (0,1 м/с), а ниже – еще приливное течение в сторону реки (-0,16 м/с). Спустя час большая часть водной толщи уже была охвачена отливными течениями (максимальные значения - 0,5 м/с), но в придонном слое сохранялись очень слабые приливные течения. Более чем через 2 часа после начала отлива, разница между скоростями течения у дна и в середине потока составляет 0,58 м/с. Разнонаправленность потоков связана с большим градиентом плотности воды. В 22:00 соленость воды на глубине 4

м составляла 23 епс, а на глубине 1 м – только 1,7 епс. Разница в плотностях водных масс вызывает циркуляционные течения, соленая вода продолжает двигаться вверх по руслу, а в верхнем слое водной толщи пресные воды направлены в сторону моря.

Температура и соленость воды

Во время измерений в полную воду было установлено, что дальность распространения осолоненных вод (1 епс) в условиях зимней межени составляет около 7,5 км. На расстоянии 0,5 – 1,5 км от устьевого створа водная толща хорошо перемешана, по всей глубине соленость воды порядка 27 епс. На участке 1,5 – 4 км большую часть сечения занимают воды соленостью около 26 епс, только у поверхности соленость воды резко снижается до 8 – 12 епс. Далее выше по течению реки слой с градиентом солености воды опускается ниже, у дна значения солености становятся меньше.

В малую воду осолоненная вода зафиксирована только ниже 1,5 км. Для вертикального распределения характерна стратификация – вплоть до устьевого створа в поверхностном слое расположена пресная вода, осолоненная (около 3,5 епс) – только у дна. Непосредственно перед началом следующего приливного цикла, осолоненные воды оставались в придонном слое нижних полутора километров устьевого участка Варзуги.

Распределение температуры воды аналогично распределению солености. По мере уменьшения солености с удалением от устьевого створа происходит увеличение температуры.

Таким образом, в течение приливного цикла зона распространения осолоненных вод на устьевом участке Варзуге изменяется от 1,5 км до 7,5 км.

Заключение

Благодаря выполненному комплексу измерений впервые было получено представление об особенностях гидродинамического режима устьевого участка Варзуги в условиях зимней межени. Приливное воздействие на уровни воды заканчивается в 20 км выше устьевого створа, что, вероятно, связано с появлением порогов в русле. Величина прилива в устье достигает 1,1 км, практически симметричная форма прилива сильно трансформируется при движении по руслу. приливная волна Зона смещения охватывает около 7,5 км устьевого участка.

Комплексные измерения скоростей течения, уровней и солености воды на протяжении целого приливного цикла в створе 4,5 км устьевого участка Варзуги позволили изучить особенности движения и взаимодействия пресных речных и осолоненных морских вод. В первые часы отлива в придонном слое сохранялись сильно минерализованные воды, разница в плотностях водных масс привела к циркуляционным течениям: осолоненная вода продолжала двигаться вверх по руслу, а в верхнем слое пресные воды текли в сторону моря. Протivotечения сохранялись на протяжении более двух часов после начала падения уровней воды, причем размах измеренных на вертикали скоростей течения достигал 0,58 м/с.

Полученные данные натурных наблюдений послужат основой для дальнейшего обобщения исследований зимнего гидродинамического режима приливных устьев Белого моря.

Список литературы

1. Крыленко И.В., Липка О.Н., Суткайтис О.К. Причины и последствия изменения русла в нижнем течении реки Варзуги. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. – 200 с.
2. <https://rp5.ru> – ООО «Расписание Погоды»
3. <https://gmvo.skniivh.ru/> – Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО)

ЗИМНИЕ СТУДЕНЧЕСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ ГИДРОЛОГОВ МГУ В УСТЬЯ РЕК БЕЛОГО МОРЯ В 2014-2020 ГГ.

**Терский П.Н.¹, Алабян А.М.¹, Горин С.Л.², Демиденко Н.А.³, Панченко Е.Д.¹,
Попрядухин А.А.¹, Фролова Н.Л.¹**

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

² ФГУП «ВНИРО», Москва

³ ФГБУ «ГОИН», Москва

Зимние студенческие экспедиции – это многолетняя традиция Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Ежегодно в период зимних каникул на многих кафедрах факультета, в том числе на кафедре гидрологии суши, организуются экспедиции по России и ближнему зарубежью. Главная идея таких поездок состоит в вовлечении студентов в научную работу кафедр, а также в более тесном знакомстве сотрудников кафедр и студентов в неформальной обстановке. Цель настоящей работы – рассказать о зимних студенческих экспедициях кафедры гидрологии суши, которые в 2014-2020 гг. проводились в приливных устьях рек на побережье Белого моря. В связи с этим сообщается о предпосылках этих исследований, их составе и методах, а также научных и практических результатах.

Что представляют собой устья рек?

Устьевая область реки (устье реки, УОР) – это особый физико-географический объект, сформировавшийся, существующий и развивающийся благодаря совместному воздействию речных и морских факторов (Михайлов, Горин, 2012). УОР формируются и функционируют под воздействием многообразных сочетаний внешних факторов и представляет собой гидрологический, морфологический, седиментологический, геохимический и биологический барьер между рекой и приемным водоемом. С точки зрения фундаментальной науки, исследования в этих объектах необходимы для понимания закономерностей формирования/функционирования: глобальных круговоротов вещества и энергии; рельефа и гидрологического режима береговой зоны моря (в том числе эстуариев и дельт); сообществ живых организмов в устьевых (эстуарных, дельтовых) и прибрежных морских экосистемах; связей между компонентами устьевых (в том числе эстуарных и дельтовых) экосистем с таковыми в реках и морях. В практическом отношении устья рек – это место концентрации населения и различных инфраструктурных объектов (жилых, производственных, социальных, транспортных, инженерных), а также источник разнообразных ресурсов (водных, энергетических, биологических и пр.). В связи с этим, исследования здесь нужны для обеспечения безопасных и комфортных условий жизнедеятельности людей и эффективного использования имеющихся ресурсов.

Выбор объектов исследований

Для устьев рек присуще крайнее разнообразие, до сих пор непознанное. Очевидно, что тотальное изучение этих объектов невозможно. Поэтому для получения сколь-нибудь целостного представления о них необходимо использовать традиционный географический подход, основанный на выборе наиболее значимых объектов в пределах относительно однородных физико-географических регионов. На российской части побережья Северного ледовитого океана особо выделяется Беломорский регион, для которого характерны физико-географическая обособленность, очень большие приливы (до 7-8 м) и относительно мягкие климатические условия. Бассейны и устья беломорских рек имеют большое значение для воспроизводства ценнейших рыб – атлантических лососей. Все это делает устьевые исследования в этом регионе очень интересными и полезными в фундаментальном отношении. А поскольку берега Белого моря, и особенно устья рек, давно обжиты – фундаментальные исследования здесь могут иметь существенное практическое значение.

Устья больших рек Белого моря – Мезени, Северной Двины и Онеги – были хорошо изучены еще во второй половине XX в. (Михайлов, 1997). Но все же, информации о зимних

гидрологических процессах в этих объектах было существенно меньше, чем о процессах в теплое время года. О гидрологии устьев малых рек, особенно в зимний период, до недавнего времени почти ничего не было известно.

В связи с этим, для зимних экспедиций было определено два направления работы: углубленное исследование отдельных процессов в устьях больших рек и комплексное изучение устьев малых рек (в том числе, таких интересных устьевых объектов как меромиктические озера). В качестве объектов исследований были выбраны устья больших рек - Мезень и Онега, устья средних и малых рек - Кянда, Тамица, Варзуга, Умба, Кузрека, а также устьевые меромиктические озера полуострова Киндо (Ругозерская губа Белого моря): Кисло-Сладкое, на Зеленом мысу, Верх. Ершовское, Ниж. Ершовское, Трехцветное (рис. 1).



Рисунок 1 – Места проведения зимних студенческих экспедиций: 1, 2 – меромиктические устьевые озера п-ова Киндо (2014 и 2015 гг.); 3 – устья рек Онега, Кянда, Тамица (2017 г.); 4-1 – устья рек Онега и Кянда (2019 г.); 4-2 – устье реки Мезень (2019 г.); 5-1 – устья рек Умба и Кузрека (2020 г.); 5-2 – устье реки Варзуга (2020 г.)

Цели, задачи и состав полевых работ

Все зимние экспедиции преследовали две цели: научную – сбор натурных данных для выявления основных закономерностей гидрологического режима приливных устьев рек в зимний период и практическую – обучение студентов и аспирантов навыкам организации и выполнения зимних полевых исследований. Исследовательские задачи всегда включали изучение закономерностей трансформации приливной волны, динамики зоны смешения речных и морских вод, пространственной структуры ледяного покрова, пространственно-временной изменчивости скорости течения. В некоторых объектах проводились геохимические исследования, направленные на оценку распределения химических элементов в речных, морских и устьевых водах и льдах, а также в снеге на берегах УОР. На устьевых меромиктических озерах полуострова Киндо в дополнение к этому проводились синоптические наблюдения, измерения характеристик обмена парниковыми газами между озерами и атмосферой, гидробиологические и микробиологические исследования озер. В большинстве случаев полевые наблюдения ограничивались устьевыми участками рек и эстуариями (или устьевыми меромиктическими озерами), а в устьях рек Онега и Кянда в дополнение к этому были обследованы и устьевые взморья.

Непосредственно в полевых условиях проводились следующие виды работ. Колебания уровня воды исследовались с помощью автономных датчиков. В единую систему высот измерения уровня воды приводились с использованием GPS-приемников геодезического класса. Наблюдения за температурой и соленостью воды осуществлялись тремя способами: на автономных постах, а также с помощью зондирования водной толщи на гидрологических съемках и суточных станциях. Измерения скорости течения выполнялись доплер-

акустическими профилографами на суточных станциях. Расходы речной воды измерялись выше мест выклинивания приливных колебаний уровня. Структура ледяного покрова исследовалась с помощью бурения лунок и выпиливания кернов на станциях ледовых съемок. Места для постановки автономных приборов, размещения суточных станций и вертикалей съемок на каждом объекте определялись таким образом, чтобы были охвачены три основные зоны УОР: проникновения осолоненных вод, обратных течений и приливных колебаний уровня воды.

В экспедициях участвовало от 20 до 30 человек, половина из которых были студентами разных курсов Географического факультета. Остальные участники были сотрудниками и аспирантами кафедры Гидрологии суши и сотрудниками ГОИН и ВНИРО. Сроки и продолжительность поездок соответствовали зимним студенческим каникулам – до 12-13 дней (включая дорогу) в конце января - начале февраля.

Некоторые научные результаты исследований

Первые зимние экспедиции в устья рек Белого моря состоялись в 2014-2015 гг. Они проводились на устьевых озерах п-ва Киндо (рис. 1). В этих объектах была обнаружена устойчивая вертикальная стратификация вод, обусловленная тем, что в верхнем слое озер находилась опресненная вода, а в нижнем – вода с высокой соленостью (Краснова и др. 2016). Это явление сохранялось и в теплое время года, благодаря чему вертикальное перемешивание в озерах ограничивалось только их верхним слоем (наблюдалось явление меромиксии). Зимой водобмен между озерами и морем блокировался набросами льда и грунта, перекрывавшими устьевые протоки.

Устьевые области рек Онега, Кянда и Тамиза были исследованы в 2017 и 2019 гг. (рис. 1). Сравнение полученных результатов с летними условиями в этих объектах показало: подо льдом на тех же местах, что и летом, асимметрия приливной волны усиливается (особенно при удалении от устья), величина приливов уменьшается в 1,5 – 2 раза, скорости течения остаются сопоставимыми; дальность проникновения приливных колебаний уровня воды, обратных (приливных) течений и осолоненных вод из моря в реки уменьшается (Panchenko et.al., 2019; Алексеева и др., 2017). Наиболее интересные результаты исследований в устье реки Мезень (2019 г., рис. 1) касались вопросов влияния очень больших приливов на формирование ледяного покрова и гидродинамику вод в этом объекте.

В 2020 г. было обследовано устье реки Варзуга (рис. 1). В зимнее время здесь было выделено три гидрологических участка. На первом (выше 21 км от моря) условия соответствовали речным. На втором (21-8 км от моря) вода была пресной, но ощущались приливные колебания уровня воды. На третьем (8-0 км от моря) все основные гидрологические характеристики – уровень, температура, соленость, скорость и направление течения воды – имели полусуточную приливную изменчивость (см. доклад Терского и др. в настоящем сборнике).

Для полноценного изучения сложной гидродинамической структуры потоков, характерной для устьев рек, необходимо использовать гидродинамическое моделирование. Только оно воспроизводит все возможные сценарии протекания гидрологических процессов с заданными наборами граничных условий (расходами речной воды, величинами приливов, характеристиками ледяного покрова и др.). На основе материалов наших экспедиций были разработаны трехмерная гидродинамическая модель устьевого участка реки Онега (на базе программного комплекса Delft3D), а также одномерные модели устьевых участков рек Онега и Кянда (на базе HEC-RAS и MIKE 11) (Panchenko et.al., 2020).

Практическое значение зимних студенческих экспедиций

Для студентов участие в экспедициях НСО дает возможность приобрести очень ценный опыт зимней работы. Здесь они учатся правильно организовывать работу (с учетом норм техники безопасности) в условиях холода, короткого светового дня, ледяного покрова на водных объектах и значительных приливов. Это способствует их становлению в качестве полевых специалистов, способных нести ответственность за себя, своих коллег и порученное

дело. Также студенты знакомятся с особенностями зимнего гидрологического режима рек, их устьев и прибрежной зоны моря, что существенно расширяет их научный кругозор. Натурные данные, полученные в зимних экспедициях, активно используются студентами в их учебно-научной работе при написании курсовых, выпускных бакалаврских работ и магистерских диссертаций, для подготовки самостоятельных публикаций и докладов на конференциях. Для сотрудников кафедры подобные экспедиции – это не только основа для новых научных результатов, но, что не менее важно, еще один повод поделиться своими знаниями и пообщаться с умной, ответственной, креативной и жизнерадостной молодёжью.

Заключение

В 2014-2020 гг. было проведено пять зимних студенческих экспедиций на побережье Белого моря. В результате было получено представление о гидрологическом режиме различных устьев рек (в том числе устьевых меромиктических озёр) этого региона в зимний период. Студенты, принимавшие участие в экспедициях, получили ценный опыт полевой работы в суровых условиях приполярной зимы, научились обращаться с научным (в том числе высокотехнологичным) оборудованием, познакомились со сложными гидрологическими объектами – устьевыми областями рек. Полученные в экспедициях результаты были использованы в научно-квалификационных работах студентов и магистрантов кафедры гидрологии суши, представлялись ими в самостоятельных публикациях и докладывались на многих конференциях.

Благодарности

Экспедиции выполнялись при поддержке Географического факультета МГУ, Кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ, ФГБУ «ГОИН», а также РФФИ (проекты 16-05-01018; 18-05-60021 и 19-35-90032). Участники экспедиций глубоко признательны местным жителям: А.П. Степанову (г. Онега), М.Н. и Н.А. Кожиным, А.П. Хромову (пгт. Умба), А. Двинину (д. Кузомень), сотрудникам ББС МГУ и многим другим за гостеприимство и помощь в работе.

Список литературы

1. Алексеева А.А., Кашицына А.С., Лебедева С.В., Одоев Л.С., Панченко Е.Д., Попрядухин А.А., Терский П.Н. Зимний гидрологический режим устья р.Онеги / // Труды VI Международной научно-практической конференции Морские исследования и образование (MARESEDU – 2017). М. 2017. С. 715–719.
2. Краснова Е.Д. Воронов Д.А., Демиденко Н.А. и др. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота - изменения на фоне трансгрессии берегов. Тр. Беломорской биостанции МГУ. 2016. С. 211–241.
3. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС. 1997. 413 с.
4. Михайлов В.Н., Горин С.Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей - эстуариев // Водные Ресурсы. Т. 39. № 3. 2012. С. 243-256.
5. Panchenko E., Lebedeva S., Terskii P., Leummens M. Hydrodynamics of the Onega river tidal estuary as a basis forecosystem monitoring // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 263 (2019) 012014. P. 1–6
6. Panchenko E., Leummens M., Lebedeva S. Hydrodynamic modelling of the Onega river tidal estuary // E3S Web Conferences. Vol. 163 of IV Vinogradov Conference “Hydrology: from Learning to Worldview”. 2020.