



# ОТЧЕТ О РАБОТЕ ЭКСПЕДИЦИИ



НИЖНИЙ НОВГОРОД - 2015



## Оглавление

Приветствия _____	2
1. Контекст деятельности _____	9
2. Ключевые события _____	18
3. Образование через науку _____	23
4. Исследования, результаты, анализ _____	43
Заключение _____	77



«Необходимо создать действенную систему экологической безопасности в стране. В России есть условия для постановки и решения масштабных экологических задач: выросли и финансово-экономические возможности, и стимулы для внедрения в промышленности экологически чистых технологий, программ ресурсо- и энергосбережения.

Особое внимание следует уделить экологической чистоте источников питьевого водоснабжения.

Более эффективно должны решаться проблемы утилизации отходов, а также выбросов вредных веществ в атмосферу, в том числе в связи с ростом промышленности и объема транспортных перевозок. Надо восстанавливать окружающую среду, загрязненную в результате прошлой хозяйственной деятельности и аварий».

**Президент Российской Федерации**

**В.В. Путин**

## Приветствия

---

**Приветствие от научного руководителя экспедиции  
«Плавучий университет Волжского бассейна»,  
Советника Президента РФ, специального представителя  
Президента РФ по вопросам климата А.И. Бедрицкого**



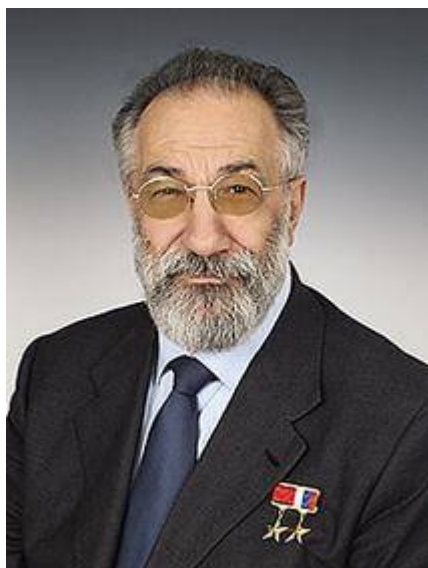
Город Нижний Новгород, раскинувшийся на берегах двух великих русских рек Волги и Оки, уже в 17-й раз принимает участников и гостей Международного научно-промышленного форума «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая и энергетическая безопасность)». Площадка Форума стала местом традиционной встречи представителей государственных структур, регионального руководства, ведущих научных и образовательных учреждений, промышленного сектора, экологических организаций и объединений,

для обсуждения важнейших проблем экологической и гидрометеорологической безопасности, поисков оптимальных решений для предотвращения материальных потерь от воздействия опасных и неблагоприятных погодно-климатических факторов и явлений, устойчивого развития регионов в условиях изменяющегося климата.

Особенно хочу отметить, что благодаря работе Форума «Великие реки», теория становится практикой, решения Форума воплощаются в реальные проекты. Одним из таких проектов стала организованная сообществом ведущих образовательных и научных организаций экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна», участники которой проводят комплексное исследование бассейна реки Волги, используя уникальные мобильные средства, оснащенные самым современным оборудованием. Исследования проводятся при непосредственном участии студентов и молодых ученых в научных исследованиях, под руководством ведущих ученых России.

Желаю участникам Форума успешной, плодотворной работы, студентам и молодым ученым – получения новых знаний и навыков!

**Приветствие от Героя Советского Союза, Героя Российской Федерации, Первого Вице-президента Русского географического общества, чл.-корр. РАН А.Н. Чилингарова**



От имени Русского географического общества приветствую вас и поздравляю с запуском инновационного образовательного проекта – «Плавучий университет Волжского бассейна». Запуск проекта приурочен к 170-летию учреждения Русского географического общества!

За долгие годы своей успешной работы у Общества накоплен значительный опыт реализации подобных инициатив: уже успешно функционируют два плавучих университета: Арктический и Дальневосточный.

Уверен в пользе от инициативы Нижегородцев создать подобный плавучий университет на Волге!

По сравнению с Арктическими вопросами, он будет решать не менее важные задачи охраны, мониторинга и рационального использования ресурсов главной водной артерии Европейской части России.

Экологический кризис, охвативший многие территории Российской Федерации, в значительной степени затронул бассейн Волги, который испытал негативное воздействие ускоренного, экологически неподготовленного процесса индустриализации и урбанизации. А ведь это густонаселенный и крайне важный для успешного развития страны регион!

Плавучий университет Волжского бассейна будет способствовать подготовке высококвалифицированных кадров в области экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности урбанизированных территорий из числа студентов и молодых ученых ведущих вузов и научных организаций региона Волжского бассейна.

Убежден, что эта работа позволит создать качественную программу Возрождения Волги и заложит основы коренного улучшения экологической обстановки на благо жителей всей Европейской части России.

Желаю участникам экспедиции успешной работы и реализации поставленных перед экспедицией задач!

## Приветствие от председателя Архангельского центра Русского географического общества Л.Ю. Васильева



Создание «Плавучего университета Волжского бассейна» заслуживает всесторонней поддержки. Особенно приятно, что экспедиция проводится под эгидой «170-летия Русского географического общества», с учетом имеющегося в России опыта организации экспедиции Архангельского центра РГО «Арктический плавучий университет».

«Плавучий университет Волжского бассейна» позволит подготовить высококвалифицированные кадры в области экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности для работы на территории Волжского бассейна.

Мы высоко ценим вашу поддержку исследований в области охраны окружающей среды и природопользования, развитию духовной жизни молодых специалистов, организации участия студентов и молодых ученых в реальных научных исследованиях с использованием современного измерительного и аналитического оборудования.

Желаем участникам проекта научных открытий, успешной работы и удачи в любую погоду!

**Приветствие от Директора ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова» - Климатического центра Росгидромета, вице-председателя Объединенного научного комитета Всемирной программы исследований климата, д.ф.-м.н., В.М. Катцова**



Форум «Великие реки» за годы своей работы стал одной из самых авторитетных площадок в Российской Федерации, на которых обсуждаются важнейшие вопросы в области экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности населения и отраслей экономики. Одна из ключевых тем Форума - обеспечение гидрометеорологической безопасности России в условиях меняющегося климата. Современные вызовы устойчивому развитию – прогнозируемый в ряде регионов дефицит пресной воды, энергии, продовольствия, сокращение биоразнообразия, угрозы здоровью населения и другие – во многом обусловлены изменением климата.

Мировое сообщество уделяет большое внимание проблемам адаптации к происходящим и ожидаемым климатическим изменениям, анализу и прогнозированию связанных с ними угроз. Прошедшие годы запомнились россиянам крупнейшими погодными аномалиями (в частности, волной тепла 2010 г., наводнениями в Крымске в 2012 г. и на Амуре в 2013 г.), причинившими большой ущерб экономике и населению страны и имевшими значительный общественный резонанс, в том числе в контексте их возможной связи с глобальным изменением климата.

Происходящие в настоящее время изменения климата, качественно совпадающие с теоретическими оценками, и обусловленные

этими изменениями последствия дают основания для вывода о тенденции увеличения разрыва между фактической и потребной адаптационной способностью, другими словами – о снижении эффективности адаптации экономики России к упомянутым изменениям.

Со стороны общества растет интерес к климатической проблематике, растут и потребности в климатическом обслуживании, включая потребность в разработке широкого спектра научно обоснованных стратегий адаптации на региональном уровне.

Совместный межведомственный проект «Плавучий университет Волжского бассейна» является одной из интересных и полезных инициатив, направленных на практическое изучение последствий изменений климата и выработку мер по адаптации к ним.

Желаю участникам Форума «Великие реки-2015», экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна» плодотворной работы на благо Российской Федерации, достижения намеченных целей и новых побед!

**Приветствие от Генерального директора  
ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»  
В.М. Шершакова**



Международный научно-промышленный форум «Великие реки» является ежегодным масштабным проектом в сфере экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности.

Процесс интеграции различных уровней и организационных форм образования и науки – это тенденция, которая постепенно охватывает все страны мира, в том числе и Россию. Важно осознавать, что подготовка высококвалифицированных специалистов – задача не отдельно взятого учебного заведения, а всей образовательной системы при поддержке специалистов научно-исследовательских учреждений различного уровня.

Создание проекта «Плавучий университет Волжского бассейна» является практическим воплощением и развитием идей Международного научно-промышленного форума «Великие реки», концепция которого базируется на использовании многолетнего опыта и научных результатов, полученных организациями Росгидромета, научно-исследовательскими и образовательными учреждениями при реализации различных федеральных целевых программ, проектов, выполнении исследовательских и научных работ.

Плавучий университет Волжского бассейна предоставляет возможность студентам и молодым ученым ведущих вузов региона Волжского бассейна участвовать в реальных научных исследованиях, совместно с ведущими учеными и специалистами с использованием современного измерительного и аналитического оборудования, и будет способствовать подготовке высококвалифицированных кадров в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды.

Желаю участникам проекта успешной работы, интересных знакомств и удачи в любую погоду!

## Приветствие от директора ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова»

**Ю.Ф. Сычева**



От лица сотрудников Государственного океанографического института имени Н.Н.Зубова приветствую пилотный проект «Плавучий университет Волжского бассейна».

Единая водная оболочка Земли – великое благо всего человечества. Россия – великая водная держава. Наши моря и великие реки требуют постоянной заботы и внимания. Все мы знаем, что без должного внимания и изучения важнейший природный ресурс – вода – может превратиться в большое бедствие. Не допустить этого – общая задача гидрометеорологов, экологов, гидротехников, транспортников. Решать такие задачи по силам только грамотным, хорошо подготовленным специалистам.

В связи с этим один из безусловных приоритетов сегодняшних дней – подготовка высококвалифицированных кадров в области экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности.

Любые формы обучения и повышения квалификации специалистов, которые сочетают в себе традиционные методы преподавания и проверку полученных знаний на практике значительно эффективней, чем сухая теория. И поэтому необходимо развивать и поддерживать такие пилотные проекты, как проект «Плавучий университет Волжского бассейна».

Мы с большим удовольствием принимаем участие в ежегодных мероприятиях Международного научно-промышленного Форума «Великие реки», но приглашение участвовать в проекте «Плавучий университет Волжского бассейна» мы рассматриваем как приоритетное.

Молодые сотрудники ФГБУ «ГОИН» в составе мобильных полевых бригад будут принимать участие в экспедиции вместе со всеми остальными участниками – представителями научно-исследовательских институтов и ведущих ВУЗов, а специалисты ГОИНа с удовольствием поделятся своими знаниями и навыками.

Желаю «Плавучему университету Волжского бассейна» попутного ветра и семь футов под килем!

## 1. Контекст деятельности

---

### Стратегическая цель

#### «Плавучий университет Волжского бассейна»

новый проект, предложенный сообществом ведущих образовательных и научных организаций Нижегородской области.

#### Цель экспедиции

подготовка высококвалифицированных кадров в области экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности урбанизированных территорий из числа студентов и молодых ученых ведущих вузов и научных организаций регионов Волжского бассейна.

#### Базовые ценности

- Наука – Образование – Инновации – императивы устойчивого развития
- Профессионализм и развитие компетенций
- Сотрудничество и обмен опытом
- Социальная ответственность
- Информационная открытость.

#### Образование по принципу «Делай – как я!»

лучшие результаты достигаются при непосредственном участии студентов и молодых ученых в реальных научных исследованиях, рука об руку с ведущими учеными и специалистами.

#### Научные исследования мирового уровня

высокий уровень обеспечивается за счет участия в экспедиции ведущих ученых и использования материально-технической базы центров коллективного пользования уникальным научным оборудованием.

#### Создание опережающего научного и технологического задела

результаты экспедиционных исследований имеют научно-практическую направленность и будут использоваться при выполнении реальных проектов, экспертных оценок, составлении планов прикладных НИ-ОКТР, в т.ч. при совместной работе с органами исполнительной власти регионов Волжского бассейна.

**Обмен передовыми знаниями и опытом**

в состав экспедиции входят представители образовательных и научных организаций различных профилей – естественнонаучных, технических, специализированных, что обеспечит расширение кругозора студентов и молодых ученых – лучшие научные результаты достигаются на стыке отраслей науки.

**Наука не имеет национальных и региональных границ**

экспедиция позволяет поднять на качественно новый уровень межвузовские обмены, развить горизонтальные связи между образовательными и научными организациями в рамках регионов Волжского бассейна (39 субъектов Российской Федерации), а также привлечь к данному процессу зарубежных студентов и молодых ученых.

**Развитие духовной основы молодежи**

развитие на базе традиционных ценностей и гуманистических идеалов – путем воспитания чувства принадлежности к историческим корням родного региона и Волжского бассейна в целом, чувства ответственности и сопричастности его развитию.

## Межотраслевой инжиниринговый центр

Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна» является первым научно-образовательным проектом «Межотраслевого инжинирингового центра «Экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность урбанизированных территорий», который был учрежден 03 февраля 2015 г.

Организации-учредители инжинирингового центра:

- ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)
- Департамент Росгидромета по Приволжскому федеральному округу (Департамент Росгидромета по ПФО)
- ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта» (ВГУВТ)
- ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ).

Цель деятельности – удовлетворение потребностей общества в высококвалифицированных инжиниринговых услугах в сфере экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности урбанизированных территорий.

Задачи, решаемые для достижения поставленной цели:

- разработка и внедрение технологий интегральной оценки экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности;
- оказание инжиниринговых услуг;
- внедрение прорывных результатов научной деятельности;
- расширение участия молодых кадров в исследованиях;
- повышение квалификации и переподготовка руководящих кадров с учетом последних достижений науки и техники;
- расширение участия в конкурсных мероприятиях с целью привлечения дополнительного финансирования;
- повышение информационной открытости;
- развитие международного сотрудничества с зарубежными научными и образовательными организациями, промышленными предприятиями с целью обмена опытом и повышения качественного уровня инжиниринговых услуг.



**ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)****Ректор****Лапшин Андрей Александрович**

Необходимость создания Межотраслевого инжинирингового центра подтверждена научным и образовательным сообществом. Усилиями одной организации мы не можем добиться той комплексности, которая требуется при решении многих вопросов в сфере экологической безопасности. Этот центр включает в себя ведущие организации нашего города, оснащен высокотехнологичным оборудованием, мобильными лабораторными установками, а главное, тем человеческим потенциалом, который позволит решать наши региональные экологические проблемы. Первый научно-образовательный проект центра – «Плавучий университет Волжского бассейна» показал, как важно и ценно взаимодействие ведущих организаций, ведущих ученых, научной молодежи и к каким ценным результатам такое взаимодействие приводит.

**Департамент Росгидромета  
по Приволжскому федеральному округу****Начальник****Соколов Владимир Владимирович**

Мы живем на Волге и нас почти 30 миллионов. Поилица, кормилица Волга отождествляется с Родиной-матерью, она является символом свободы, простора, широты и величия духа русского человека.

Новый пилотный проект «Плавучий университет Волжского бассейна» - путь в будущее! Будущее России!

**ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»****Ректор****Чупрунов Евгений Владимирович**

Нижегородский государственный университет сейчас стремится укреплять межнаучные, межпредметные и межорганизационные связи. Наше взаимодействие в рамках Межотраслевого инженерингового центра направлено на развитие технологий и образовательной среды в сфере экологической безопасности. Объединяя свои усилия мы можем получить существенный положительный результат.

**ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»****Ректор****Кузьмичев Игорь Константинович**

Возможность объединения усилий вузовской и академической науки придает учебному процессу новые формы, когда студенты и аспиранты принимают непосредственное участие в проводимых работах, а экспедиционная программа «Плавучего университета Волжского бассейна» насыщена лекциями и практикумами ведущих российских ученых. Разнообразие предлагаемых исследований и их результаты должны подтвердить эффективность этой формы сотрудничества, как инновационного проекта, направленного на решение задач в сфере экологической безопасности, наблюдения за климатом, мониторинга состояния окружающей среды, решения задач гидродинамики и гидротехники и оценки антропогенного воздействия на речные системы.

**Всероссийская общественная организация  
«Русское географическое общество»  
Нижегородское региональное отделение**



**Руководитель отделения  
Соткина Светлана Александровна**

Плавучий университет Волжского бассейна – это курс к возрождению Волги, курс к созданию качественной программы развития великой русской реки. Работа университета приведет к коренному улучшению экологической обстановки и сохранению природных комплексов Волжского бассейна, создаст благоприятные условия жизнедеятельности населения.

**ФГБУН «Институт прикладной физики Российской  
академии наук»**



**Заместитель директора института по научной работе  
Мареев Евгений Анатольевич**

Нижний Новгород – крупнейший промышленный центр России, уникальный город, где сливаются две великие реки Ока и Волга. Реализация здесь проекта «Плавучий университет» - прекрасная возможность поработать вместе представителям вузовской, академической, отраслевой науки, проверить на практике новые идеи и приборы, привлечь талантливую молодежь к решению насущных экологических проблем региона.



## Научные и общественные организации-партнеры

- ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун» (НПО «Тайфун»)
- ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»)
- ФГБУН «Институт прикладной физики Российской академии наук» («ИПФ РАН»)
- Нижегородское региональное отделение ВОО «Русское географическое общество» («НРО РГО»).
- ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

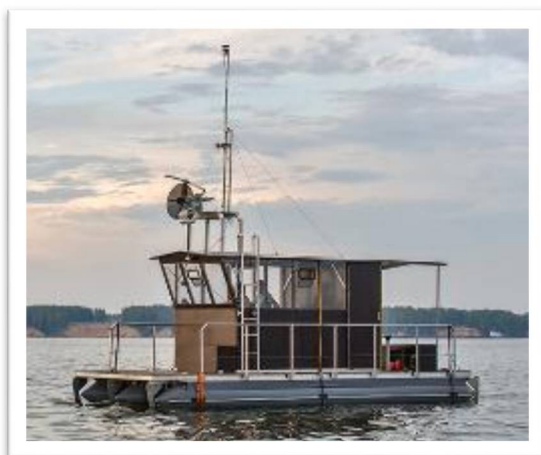
Состав экспедиционных средств



Теплоход «Петр Андрианов» (ВГУВТ)



Маломерное исследовательское судно «Мастер» (ФГБУ «ГОИН»)



Плавучая гидрофизическая лаборатория «Геофизик» («ИПФ РАН»)



Передвижная автоматическая станция контроля воды (НПО «Тайфун»)



Маломерное судно «F-420» с гидрометрическим оборудованием (ННГАСУ)



Опытное судно «Беркут» («ИПФ РАН»)

---

## 2. Ключевые события

---

### ПРОГРАММА ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БОРТУ ТЕПЛОХОДА «ПЕТР АНДРИАНОВ»

#### Первый день экспедиции – 17 МАЯ

*Маршрут* – проход по р. Волга (участок Н. Новгород – Нижегородская ГЭС) – швартовка у плавучей гостиницы «Берегиня» (р. Волга, г. Городец), высадка участников экспедиции – проход через Городецкие шлюзы в Горьковском водохранилище (подготовка ко второму дню экспедиции).

---

#### Торжественное отправление экспедиции.

Выступления руководителей организаций-участников экспедиции и официальных лиц.

Приветствие от научного руководителя экспедиции Советника Президента РФ, специального представителя Президента РФ по вопросам климата А.И. Бедрицкого (*зачитывается*)

Приветствие от научного руководителя экспедиции «Арктический плавучий университет» с передачей эстафеты «Плавучему университету Волжского бассейна» (*зачитывается*)

---

Открытая лекция «Волга – право на жизнь». Васильева С.В., тележурналист (г. Н. Новгород)

---

Открытая лекция «Перспективы развития автоматизированных методов мониторинга качества вод». Семенова И.В., ведущий научный сотрудник ИПМ, канд. биол. наук (НПО «Тайфун», г. Обнинск)

---

Открытая лекция «Практические и теоретические вопросы численного решения задач корабельной гидродинамики». Чебан Е.Ю. канд. техн. наук, доц. (ВГУВТ, г. Н. Новгород)

---

Открытая лекция «Динамика сообществ зоопланктона Чебоксарского водохранилища за 30-летний период его существования». Шурганова Г.В., д-р биол. наук, проф. кафедры экологии, председатель Нижегородского отделения Гидробиологического общества при РАН (ННГУ, г. Н. Новгород)

---

#### Практикум «Гидробиологическая оценка качества вод по показателям зоопланктона»

Ответственный сотрудник – Шурганова Г.В., д-р биол. наук, проф. кафедры экологии, председатель Нижегородского отделения Гидробиологического общества при РАН (ННГУ, г. Н. Новгород)

---

Практикум «Отбор и исследования проб воды р. Волга на содержание радионуклидов с использованием комплекса «Протва-1». Ответственный сотрудник – Артемьев Г.Б., инженер (НПО «Тайфун», г. Обнинск)

---

---

Практикум – «Демонстрация работы передвижной автоматической станции контроля воды (АСКВ-П). Анализ воды Горьковского водохранилища». Ответственные сотрудники – Семенова И.В., ведущий научный сотрудник ИПМ, канд. биол. наук; Крутских О.И., инженер ИПМ (НПО «Тайфун», г. Обнинск)

---

#### Второй день экспедиции – 18 МАЯ

**Маршрут** – озеровидная часть Горьковского водохранилища.

---

Практикум – «Отбор и исследования проб воды Горьковского водохранилища на содержание радионуклидов с использованием пробоотборного комплекса «Протва-1». Ответственный сотрудник – Артемьев Г.Б., инженер (НПО «Тайфун», г. Обнинск)

---

Открытая лекция «Ледовый режим низовьев Волги и северной части Каспийского моря». Бухарицын П.И., д-р геогр. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института водных проблем РАН, зав. Астраханской экспедиционной базой, руководитель Астраханской группы по исследованию экологических проблем дельты Волги, председатель Астраханского областного отделения Русского географического общества

---

Открытая лекция «Геоинформационный прогноз динамики ландшафтов, прилегающих к Чебоксарскому водохранилищу в случае поднятия воды до отметки 68 м над уровнем моря». Асташин А.Е., канд. геогр. наук, доцент кафедры географии, географического и геоэкологического образования НГПУ им. К.Минина

---

#### Отбор проб воды в Горьковском водохранилище с борта теплохода.

Ответственные сотрудники: - от ННГУ – Шурганова Г.В., д-р биол. наук, проф. кафедры экологии, председатель Нижегородского отделения Гидробиологического общества при РАН; - от ННГАСУ – Кюберис Э.А., канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения и водоотведения

---

Открытая лекция «Численное моделирование гидродинамических процессов в кораблестроении и прикладной экологии». Чебан Е.Ю., канд. техн. наук, доц. (ВГУВТ, г. Н. Новгород)

---

Открытая лекция «Прогнозирование последствий загрязнения окружающей среды при разливах нефти». Пластинин А.Е., канд. техн. наук, доц. (ВГУВТ, г. Н. Новгород)

---

#### Третий день экспедиции – 19 МАЯ

**Маршрут** – проход через Городецкие шлюзы – проход по р. Волга до пансионата «Волга» (посадка участников на борт) – г. Н. Новгород.

---

#### Прибытие экспедиции в г. Н. Новгород

Открытие 17-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2015».

---

---

**Участие руководителей и членов экспедиции в открытии форума на сцене, Ярмарочная площадь.**

---

**Открытие Пленарного заседания научного конгресса форума, Гербовый зала Главного ярмарочного дома.**

---

**Приветственное слово** (видеоприветствие). *Бедрицкий А.И., Советник Президента РФ, специальный представитель Президента РФ по вопросам климата, научный руководитель экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна»*

---

**Отчет о работе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна».** *Соколов В.В., начальник Департамента Росгидромета по ПФО*

---

**ПРОГРАММА ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА БОРТУ МАЛОМЕРНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
СУДНА «МАСТЕР» (ФГБУ «ГОИН»)**

**Рабочие дни экспедиции – 16 - 19 МАЯ**

**Маршрут** – работа на участке р. Волга ниже плотины Нижегородской ГЭС, включая участок впадения р. Ока.

---

**Комплекс гидрографических работ на исследуемом участке р. Волга и р. Ока:** измерения уровней воды на постах Росгидромета, получение данных о сбросах и уровнях в НБ Нижегородской ГЭС, промерные работы и измерение расходов воды на гидростворах вдоль участка исследований и в узле впадения р Ока в р. Волга.

*Ответственные сотрудники (ФГБУ «ГОИН») – Землянов И.В., руководитель экспедиционной группы, зав. отделом информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, канд. физ.-мат. наук; Горелиц О.В., руководитель исследовательской группы, ст. научный сотрудник отдела информационного обеспечения; Терский П.Н., научный сотрудник отдела информационного обеспечения, канд. геогр. наук; Смирнов К.Д., вед. инженер отдела информационного обеспечения*

---

**Практикум для студентов и молодых ученых «Гидрографические работы с использованием мобильной лаборатории на базе маломерного исследовательского судна «Мастер».** *Ответственные сотрудники – Терский П.Н., научный сотрудник отдела информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, канд. геогр. наук; Смирнов К.Д., вед. инженер отдела информационного обеспечения*

---

**Демонстрация работы мобильной лаборатории на базе маломерного исследовательского судна «Мастер».** *Ответственные сотрудники – Терский П.Н., научный сотрудник отдела информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, канд. геогр. наук; Смирнов К.Д., вед. инженер отдела информационного обеспечения*

---

---

Подготовка и верификация модели, выполнение гидродинамических расчетов. Передача сведений для включения в «Отчет о работе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна». Ответственные сотрудники (ФГБУ «ГОИН») – Землянов И.В., руководитель экспедиционной группы, зав. отделом информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, канд. физ.-мат. наук; Горелиц О.В., руководитель исследовательской группы, ст. научный сотрудник отдела информационного обеспечения; Шикунова Е.Ю., ст. научный сотрудник отдела информационного обеспечения, канд. техн. наук; Лебедева С.В., мл. научный сотрудник отдела информационного обеспечения.

---

**ПРОГРАММА ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА БОРТУ ПЛАВУЧЕЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ  
«ГЕОФИЗИК» («ИПФ РАН»)**

**Рабочие дни экспедиции – 17 - 18 МАЯ**

**Маршрут** - устье р. Белая – озеровидная часть Горьковского водохранилища (Городецкий р-н).

---

**Исследование течений, профиля дна и температуры в Горьковском водохранилище.**

Ответственный сотрудник – Капустин И.А., канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник «ИПФ РАН», старший научный сотрудник ВГУВТ

---

**Исследование гидрооптических характеристик воды и ветрового волнения в Горьковском водохранилище оптическими и акустическими методами.** Ответственные сотрудники – Мольков А.А., младший научный сотрудник «ИПФ РАН», старший научный сотрудник ВГУВТ; Титченко Ю.А., младший научный сотрудник «ИПФ РАН»

---

**Подготовка и передача сведений для включения в «Отчет о работе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна».** Ответственные сотрудники – Капустин И.А., канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник «ИПФ РАН», старший научный сотрудник ВГУВТ; Мольков А.А., младший научный сотрудник «ИПФ РАН», старший научный сотрудник ВГУВТ; Титченко Ю.А., младший научный сотрудник «ИПФ РАН»

---

**ПРОГРАММА ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА БОРТУ ОПЫТОВОГО СУДНА «БЕРКУТ» («ИПФ РАН»)**

**Рабочие дни экспедиции – 17 - 18 МАЯ**

**Маршрут** - устье р. Белая – озеровидная часть Горьковского водохранилища (Городецкий р-н).

---

**Исследование течений и температурной стратификации воды в Горьковском водохранилище.** Ответственные сотрудники – Сергеев Д.А., канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией «ИПФ РАН»; Иванов А.В., канд. экон. наук, доц. международной кафедры ЮНЕСКО ННГАСУ

---

---

**Проведение практикумов:** 1) Исследование параметров атмосферного пограничного слоя и поверхностного волнения с помощью станции «Вега Фруда». Ответственные сотрудники – Сергеев Д.А., канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией «ИПФ РАН»; Байдаков Г.А., младший научный сотрудник «ИПФ РАН»

2) Исследование течений и температурной стратификации воды в Горьковском водохранилище с помощью контактных методов. Ответственные сотрудники – Сергеев Д.А., канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией «ИПФ РАН»; Иванов А.В., канд. экон. наук, доц. международной кафедры ЮНЕСКО ННГАСУ

3) Численное моделирование волнения в Горьковском водохранилище с помощью пакета программ «WAVEWATCH-3». Ответственный сотрудник – Кузнецова А.М., младший научный сотрудник «ИПФ РАН»

---

**ПРОГРАММА ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛЖСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ  
ОБСЕРВАТОРИИ РОСГИДРОМЕТА**

---

**Первый день экспедиции – 17 МАЯ**

**Практикум «Исследования переформирования берегов Горьковского водохранилища»** – проведение дистанционного зондирования беспилотным летательным аппаратом и гидрометрических исследований (маломерное судно «F-420»). Ответственные сотрудники (ННГАСУ) – Никольский Е.К., заведующий кафедрой геоинформатики и кадастра, канд. техн. наук, проф.; Хохлов Д.Н., ст. преподаватель кафедры гидротехнических сооружений

---

---

**Второй день экспедиции – 18 МАЯ**

**Открытая лекция «Комплексные исследования гидрологии водоемов дистанционными и контактными радиофизическими методами».** Ермаков С.А., д-р физ.-мат. наук, заведующий отделом, проф. («ИПФ РАН», ВГУВТ, г. Н. Новгород)

---

**Открытая лекция «Изменение морфометрических показателей верхне-волжских водохранилищ за период эксплуатации».** Соболев С.В., заведующий кафедрой гидротехнических сооружений, д-р техн. наук, проф. (ННГАСУ, г. Н. Новгород)

---

**Открытая лекция «Современные научные исследования Нижней Волги в целях устойчивого развития водохозяйственного комплекса и сохранения уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы».** Землянов И.В., заведующий отделом информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований ФГБУ «ГОИН», канд. физ.-мат. наук; Горелиц О.В., ст. научный сотрудник отдела информационного обеспечения ФГБУ «ГОИН»

---

### 3. Образование через науку



#### **Васильева Светлана Владимировна**

член Союза Журналистов РФ, социальный тележурналист, лауреат премии города Нижнего Новгорода, автор более 100 телевизионных программ и фильмов социальной тематики, дипломант российских и международных конкурсов и телефестивалей (Студия социальных телевизионных проектов «РИА «Свет», г. Н.Новгород)

#### **Открытая лекция «Территория завтра. Волга – право на жизнь»**

Вопросами экологического просвещения студия социальных проектов РИА «Свет» занимается с 2007 года. Телевизионный цикл «Территория завтра. Волга – право на жизнь» - закономерный этап в журналистском исследовании различных экологических проблем России.

Этот проект особенный. В центре его внимания – проблемы главной реки России - Волги. Уникальность проекта том, что он охватывает сразу несколько российских регионов, стоящих на Средней и Нижней Волги - соответственно, от Нижнего Новгорода до Астрахани.

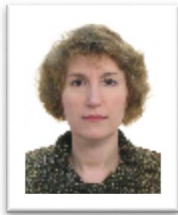
Студия «Свет» работает в приволжской столице - в прекрасном русском городе Нижнем Новгороде, расположенном на слиянии двух великих рек Оки и Волги. Мы – группа тележурналистов-операторов-режиссеров – небезразличных людей, чувствующих свою ответственность за ухудшение экологии бассейна реки Волги, решили провести свое небольшое, не претендующее на научное, исследование в рамках одного телевизионного проекта – изучив влияние на волжский бассейн деятельности человека, промышленных предприятий и хозяйственных объектов.

Волга когда-то дала жизнь городам, которые строились на ее берегах, выполняя различные функции – становились крепостями, торговыми площадками, путями, ведущими к великим морям... Впоследствии, в век индустриальный, Волга дала жизнь тысячам предприятий, которые за годы использования водоема в своих хозяйственных и промышленных целях, нанесли реке колоссальный урон.

В чем исчисляется этот урон? К чему это привело Волгу? Какой диагноз ученые-экологи сегодня ставят реке? Какова техногенная нагрузка на крупнейший водоем Европы? Что сегодня спасет реку?

Все эти вопросы мы поставили перед началом осмысления нашего проекта, и сделали попытку вместе с нашими экспертами – учеными-экологами получить на них ответы и наметить пути их решения. Нам также было важно сделать эту информацию доступной для большого количества людей, живущих на территории России, а не только в Нижегородской области. Это побудило нас выехать из Нижнего Новгорода и отправиться в экспедицию до Астрахани, до самой Дельты Волги. Но начали мы свое эко исследование с города Дзержинска Нижегородской области, стоящего на самом крупном притоке Волги – реке Оке. На сегодняшний день город химиков уже не представляет прямой открытой угрозы поверхностным водоемам – многие предприятия химической отрасли уже давно не работают, и сбросы в связи с этим значительно сократились, однако количество объектов накопленного экологического ущерба, которые имеются в Дзержинске и в других городах области с советских времен, заставляет содрогнуться. «Черных дыр», «белых морей», различных шламонакопителей, озер с кислыми гудронами, несанкционированных свалок только в окрестностях Дзержинска не менее ста. Проблема шламонакопителей усугубляется наличием в Дзержинске большого количества грунтовых вод, которые с большой долей вероятности уносят ядовитые отходы в Оку и, соответственно, далее по течению, в Волгу. Вместе с Верхневолжским УГМС и ВВ бассейновым водным управлением мы берем пробы воды вначале в Горьковском водохранилище – в районе Чкаловска и села Катунки, а затем в створах Нижнего Новгорода, и ниже – в Чебоксарском водохранилище – у стен Макарьевского монастыря. В конце лета мы отправляемся в экспедицию к югу Поволжья через такие же крупные промышленные города, стоящие на Волге – Самару, Саратов, Волгоград. И обнаруживаем в каждом городе – свои проблемы и такие же отголоски прошлых лет, как в Дзержинске – объекты накопленного экологического ущерба. Под Самарой город химиков Чапаевск, под Саратовом – Балаково, Энгельс и другие. Огромную техногенную нагрузку несут предприятия Волгограда, где развита и химическая, и нефтеперерабатывающая, и сталелитейная промышленность. На протяжении нашего исследования мы беседовали с экологами и общественными деятелями, представителями органов власти и обычными гражданами. И пусть наше путешествие было не столь масштабным, на один регион уходило не более одного светового дня, но мы получили общее представление о том, что происходит в том или ином регионе, и что нужно для того, чтобы минимизировать экологические риски.

Программа выходит в эфир на всю Россию. Канал: Общественное Российское Телевидение. Время эфира с 12:00 до 13:00 и в 24:00 ежедневно, начиная с апреля 2015 года в рамках телепрограммы «Большая страна».

**Семенова Ирина Вениаминовна**

к. б. н., доцент, ведущий научный сотрудник Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Обнинск)

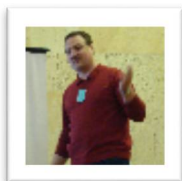
---

### **Открытая лекция «Перспективы развития автоматизированных методов мониторинга качества вод»**

Рассмотрены результаты мирового опыта развития систем автоматизированного мониторинга качества поверхностных вод, который показал, что общая конфигурация современной системы автоматизированного мониторинга для сбора данных о качестве воды – это мониторинг по 4-13 показателям, обязательными из которых являются: температура, удельная электропроводность, растворенный кислород и водородный показатель. Данные о качестве воды доступны в Интернете в режиме реального времени.

Представлены результаты использования автоматических станций контроля воды (АСК-В) в период проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских зимних игр в Сочи в 2014 году и первые результаты работы АСК-В на водных объектах России.

Показано, что наиболее перспективными для мониторинга загрязнения поверхностных вод представляются станции, работающие в автоматическом режиме, при периодическом обслуживании оператором, определяющие минимально необходимый перечень основных физических и химических показателей.

**Чебан Егор Юрьевич**

к.т.н., доцент кафедры теории корабля и экологической безопасности судов ВГУВТ, (г. Н. Новгород)

### **Открытая лекция «Численное моделирование гидродинамических процессов в кораблестроении и прикладной экологии», «Практические и теоретические вопросы численного решения задач корабельной гидродинамики»**

В современных прикладных задачах гидродинамики, с которыми в последнее время приходится сталкиваться в исследовательской и инженерной практике, зачастую получить аналитические зависимости между характеристиками объекта и параметрами потоков очень сложно. Единственным методом в таких случаях, является математическое моделирование, основанное на численном решении нелинейных дифференциальных уравнений движения жидкости и газа, совмещенных с тепло- и массообменом.

Развитие численных методов и вычислительной техники позволило существенно расширить круг задач, в которых может быть использовано численное моделирование. Наиболее часто численное моделирование используется при разработке авиационной и ракетной техники, систем вооружения, задача судостроения, энергетика и т.д. В этих случаях только экспериментальные или аналитические методы либо не могут дать полную картину потоков, либо стоимость проведения таких исследований будет слишком высока, либо экспериментальные исследования провести невозможно, особенно на начальных этапах проектирования. Совместное использование численного моделирования и современных алгоритмов оптимизации, позволяет существенно снизить затраты на эксплуатацию сложных технических объектов.

В лекции на научно-популярном уровне рассмотрены основные составляющие численных методов, математические модели, которые лежат в программных продуктах вычислительной гидродинамики (CFD), способы решения уравнений математических моделей. Особое внимание уделено применению численных методов для решения конкретных технических задач судостроительной и природоохранной тематики: определение сопротивления и волнообразования большегрузного речного катамарана, расчет параметров природоохранной техники, моделирование разливов нефти и работы средств их ликвидации.



### Шурганова Галина Васильевна

д. б. н., председатель Нижегородского отделения Гидробиологического общества при РАН, профессор кафедры экологии ННГУ (г. Н. Новгород)

## Открытая лекция «Динамика сообществ зоопланктона Чебоксарского водохранилища за 30-летний период его существования»

Создание каскада водохранилищ – это колоссальный по масштабам природный экологический эксперимент, неизбежно вызывающий не только существенные изменения гидрологического режима исходных водотоков и водоёмов, но и кардинальные структурные перестройки сообщества населяющих их водных организмов. Самое молодое в Волжском каскаде Чебоксарское водохранилище характеризуется высоким коэффициентом водообмена. Уникальность состоит в формировании его за счет двух разнородных по комплексу гидрофизических и гидрохимических характеристик водных потоков, поступающих из Горьковского водохранилища и р. Оки.

В основу работы положены материалы, собранные и обработанные автором с момента создания водохранилища (1981 г.) до настоящего времени. Проведено сравнение полученных материалов с волжскими, собранными до образования водохранилища. Сбор материала проводился на постоянных станциях акватории водохранилища (от плотины Горьковской ГЭС до плотины Чебоксарской ГЭС).

На основе представления видовой структуры зоопланктона как многомерной динамической системы предложен и реализован алгоритм выделения планктонных сообществ, установления компонентов их различий. Это позволило провести точную идентификацию планктонных сообществ, выявить расположение и динамику их границ на акватории водохранилищ. На основании результатов многолетних исследований установлены и формализованы различия в характере пространственного размещения планктонных сообществ и причины их определяющие. Определены скорости и направления перестроек видовой структуры сообществ зоопланктона на разных этапах существования водохранилища. Показано, что за время существования Чебоксарского водохранилища, вплоть до настоящего времени, границы основных сообществ зоопланктона продолжают изменяться. Перестраивается также их видовая структура в направлении усиления лимнофильных (озерных) черт. Особое внимание в работе уделено гидробиологической характеристике района водохранилища, расположенного выше планируемого низконапорного гидроузла.



### **Бухарицын Петр Иванович**

д.г.н., профессор, чл.-корр. Российской академии естествознания, в.н.с. Института водных проблем РАН, зав. Астраханской экспедиционной базой, руководитель Астраханской группы по исследованию экологических проблем дельты Волги, председатель Астраханского областного отделения РГО (г. Астрахань)

## **Открытая лекция «Ледовый режим низовьев Волги и северной части Каспийского моря»**

Характерной особенностью гидрологического режима низовьев Волги и Северного Каспия является образование в холодную часть года довольно устойчивого ледяного покрова. Лед появляется здесь ежегодно и сохраняется, в зависимости от суровости конкретных зим, в течение 2-5 месяцев.

Основными гидрометеорологическими факторами, влияющими на формирование ледяного покрова, являются: температура воздуха и глубина моря, а также колебания уровня моря и реки Волги, ветер и течения. Существенное влияние на характер ледовых процессов оказывает также изрезанность береговой линии и довольно сложный рельеф дна, с большим количеством банок, кос, островов и шалыг. Совместное воздействие гидрометеорологических, геоморфологических и динамических факторов создает условия для возникновения в ледяном покрове сил, способствующих интенсивному дрейфу льда, его торошению, сжатию, наслоению и образованию огромных стамух (торосов сидящих на грунте). Важной отличительной особенностью процессов торошения является то, что из-за исключительной мелководности Северного Каспия (глубины повсеместно не превышают 10 метров) практически на всей огромной акватории (площадь Северного Каспия превышает площадь Австрии) торосистые дрейфующие льды могут взаимодействовать с грунтом. Этому также способствуют значительные сгонно-нагонные колебания уровня моря, вызываемые штормовыми ветрами.

В низовьях Волги в период установления ледостава происходят процессы заторо и зажоро - образования, которые также представляют серьезную опасность для хозяйственной деятельности людей. Осенне-зимние заторно-зажорные явления на нижней Волге в условиях зарегулированного стока (с 1959г.) наблюдаются ежегодно. Они связаны с изменением ледово-термического режима Волги, а также режима расходов и уровней воды, последовавшим за сооружением Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС и образованием Волгоградского водохранилища.

Ледяной покров существенно ограничивают работу водных отраслей народного хозяйства Астраханской области. Многие из них либо значительно сокращают объем выполняемых в зимний период работ, либо совсем прекращают свою деятельность. Затрудняется работа морского и речного флота, портов, паромных переправ и др.

В связи с интенсивным развитием в Прикаспийском регионе в последние годы как старых традиционных, так и новых морских отраслей народного хозяйства, требования к объему и качеству информации о фактическом состоянии и ожидаемых изменениях в ледяном покрове в низовьях Волги и на Северном Каспии постоянно возрастают.



### **Асташин Андрей Евгеньевич**

к. г. н., руководитель отдела экспедиционных исследований Нижегородского регионального отделения ВОО «Русское географическое общество», доцент кафедры географии, географического и геоэкологического образования НГПУ им. К. Минина (г. Н.Новгород)

## **Открытая лекция «Геоинформационный прогноз динамики ландшафтов, прилегающих к Чебоксарскому водохранилищу в случае поднятия воды до отметки 68 м над уровнем моря»**

Возможность повышения уровня воды в Чебоксарском водохранилище до проектной отметки 68 метров над уровнем моря в настоящее время сохраняется. Масштабность последствий такого вмешательства в функционирование природно-территориальных комплексов не вызывает сомнений. В лекции приводятся сведения о вероятных изменениях в пределах прилегающих к акватории Чебоксарского водохранилища ландшафтных районах, в первую очередь – изменения наиболее динамичного компонента ландшафта – биоты, в частности, изменения в пространственной структуре и количественных показателях площади лесов.



### **Ермаков Станислав Александрович**

д.ф.-м.н., зав. отделом радиофизических методов в гидрофизике  
ИПФ РАН, профессор ВГУВТ (г. Н.Новгород)

## **Открытая лекция «Комплексные исследования гидрологии водоемов дистанционными и контактными радиофизическими методами»**

Рассмотрены методы и средства комплексных исследований экологического состояния водоемов, в том числе, Горьковского водохранилища, проводившихся Институтом прикладной физики РАН с использованием радиофизической дистанционной и контактной аппаратуры. Аппаратурный комплекс ИПФ РАН позволяет проводить измерения характеристик ветровых волн, течений и гидрометеорологических параметров и включает оптические системы измерения параметров ветрового волнения, доплеровские радиолокаторы (радиоскаттерометры) см- и мм-диапазонов, ультразвуковой измеритель скорости ветра "Wind Sonic", акустический профилограф скоростей течений ADCP "Workhorse Centinel 600 kHz", зонд температуры/солёности/глубины YSI6600 с датчиком сине-зеленых водорослей, приемники GPS; оборудование для взятия проб органических пленок на водной поверхности и измерения их физических характеристик, в т.ч., вибростенд "TIRA", комплексы программ обработки данных. Измерения проводились с исследовательских судов, в том числе, с борта недавно созданной в ИПФ РАН специализированной плавучей лаборатории "Геофизик". Представлены результаты выполненных исследований гидрологических характеристик водохранилища, включая результаты уникальных спутниковых экспериментов с использованием радиофизического комплекса и данных синхронных спутниковых радиолокационных наблюдений (спутник TerraSAR-X). Изучены динамика загрязняющих пленок на водной поверхности, получены новые данные о характеристиках фитопланктона в Горьковском водохранилище и его пространственном распределении; предложены новые подходы к изучению биогенного загрязнения воды с использованием акустических, оптических и радиолокационных методов.



### Соболь Станислав Владимирович

д. т. н., профессор, зав. кафедрой Гидротехнических сооружений  
ННГАСУ (г. Н. Новгород)

## Открытая лекция «Изменение морфометрических параметров водохранилищ Волжско-Камского каскада за период эксплуатации»

Проблема инженерной оценки изменения со временем морфометрических параметров действующих и перспективных водохранилищ в связи с прогнозированием изменения их общей емкости, в т.ч. при разработке и реализации стратегии государственной безопасности в направлениях водо – и энергообеспечения, корректированием схем комплексного использования водных объектов, определением необходимости отчуждения или защиты прибрежных территорий от вредного воздействия вод, обеспечением экологической безопасности в регионах, имеет практически важное значение для экономики России, как и других стран.

В лекции сообщается о впервые проведенном исследовании проблемы применительно к Волжско –Камскому каскаду равнинных водохранилищ.

Основными процессами изменения морфометрических параметров водохранилищ выделены переформирование берегов вследствие абразии и трансформация ложа вследствие аккумуляции наносов. Методологическим подходом к решению проблемы был предусмотрен натурно-теоретический анализ этих процессов и последующий синтез общих закономерностей. Экспедиционные натурные и прогнозные теоретические исследования проведены методами, разработанными в ННГАСУ, с использованием материалов прошлых лет.

В результате работы, например, показано, что скорости переработки абразионных берегов Горьковского водохранилища за 1957 – 2010 гг. составили 0,7 – 1,3 м/год, а на предстоящее десятилетие по прогнозу ожидаются 0,2 – 0,8 м/год с риском потери земель в береговой зоне 12,6 – 50,4 га/год, что значительно меньше публикующихся величин (200 га/год). Происходит уменьшение объема водохранилищ каскада в среднем на 0,031% в год, что существенно меньше, чем для водохранилищ мира (0,77 – 0,12 % в год) и меньше, чем по прогнозам 1970 –х гг. (0,1 – 0,5 % в год). При этом потеря суммарного полного объема водохранилищ каскада за период эксплуатации 1937 – 2011 гг. определена равной 5,285 км<sup>3</sup>, (а к 2030г. –5,80 км<sup>3</sup>), полезного объема – не менее 3,0

км<sup>3</sup>, а с учетом неиспользуемых полезных объемов Чебоксарского (5,4 км<sup>3</sup>) и Нижнекамского (4,4 км<sup>3</sup>) водохранилищ Волжско- Камский каскад сегодня недо- считывает 12,8 км<sup>3</sup> проектного полезного объема.

Вслед за уточнением и прогнозом морфометрических параметров за- дача состоит в передаче полученной информации с научного и инженерного уровней на уровень принятия и реализации управленческих решений по эксплу- атации водохранилищ каскада с целью увеличения экономической эффектив- ности их использования и уменьшения социальных, экономических, экологиче- ских потерь в их пределах.



### **Пластинин Андрей Евгеньевич**

к.т.н., зам. начальника учебно-тренажерного центра по управлению кризисными ситуациями природного и техногенного характера, до- цент ВГУВТ (г. Н.Новгород)

## **Открытая лекция «Прогнозирование последствий загряз- нения окружающей среды при разливах нефти»**

В лекции обобщен многолетний опыт ВГУВТ в области математического моделирования чрезвычайных ситуаций, связанных с разливом нефти (РН) для различных хозяйствующих субъектов. Рассматриваются основные вопросы прогнозирования РН на море и внутренних водных путях: методологические принципы прогнозирования, классифицирование источников РН, математиче- ские модели оценки возникновения и последствий загрязнения, автоматизиро- ванные системы прогнозирования. Представлены авторские методики: оценки и картирования рисков РН; оценки параметров РН (прогнозирование подвод- ного движения, выборка сценариев РН, построение области возможного загряз- нения для расчета ущерба биоресурсам, построение географически ориентиро- ванных матриц выбора типа взрывного процесса на танкерах по тяжести по- следствий, оценки размера вреда при РН); локализации и ликвидации РН (вы- бор рубежа локализации и формирование географически ориентированных матриц ликвидации РН).



### **Землянов Игорь Владимирович**

к. ф. -м. н., зав. отделом информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, ФГБУ «ГОИН» (г. Москва)



### **Горелиц Ольга Владимировна**

ст.н.с. отдела информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, ФГБУ «ГОИН», Отв.Секретарь НК РФ по МГП ЮНЕСКО (г. Москва)

## **Открытая лекция «Современные научные исследования Нижней Волги в целях устойчивого развития водохозяйственного комплекса и сохранения уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы»**

В единой экосистеме Бассейн Волги – Нижняя Волга – Каспийское море Волго-Ахтубинская пойма играет важнейшую роль, являясь зоной транзита, в которой происходит существенное изменение физических, химических, биологических характеристик волжских вод, формирующихся в бассейне Волги под влиянием природных и антропогенных факторов. Создание гидроузлов Волжско-Камского каскада водохранилищ изменило коренным образом гидрологические условия Нижней Волги. Нарушение внутригодового распределения стока, перекрытие путей миграции на нерест ценных и особо ценных видов проходных и полупроходных рыб, значительное антропогенное воздействие создали угрозу устойчивому функционированию ряда отраслей экономики на Нижней Волге, привели к серьезным нарушениям и деградации водных экосистем региона.

Изменения гидрологического режима Нижней Волги являются индикатором естественных природных и антропогенных изменений, происходящих на всей обширной территории Волжского бассейна. Специфика водохозяйственных проблем Нижней Волги обусловлена как природными условиями региона, так и несоответствием запросов отраслей экономики природоохранным требованиям при многоцелевом использовании водных объектов.

В 2013-2015 гг проведены комплексные исследования гидрологического режима Нижней Волги и разработана научно-обоснованная Концепция рационального использования водных ресурсов и устойчивого функционирования во-

дохозяйственного комплекса Нижней Волги, определяющая комплекс мер и мероприятий, реализация которых обеспечит в Волго-Ахтубинской пойме, дельте Волги и зоне Западных подстепных ильменей:

- улучшение состояния водных объектов до уровня, обеспечивающего сохранение биоразнообразия;
- повышение уровня обеспеченности населения и объектов экономики водными ресурсами;
- повышение уровня защищенности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод.

В рамках работы проведены масштабные полевые гидрографические исследования, позволившие получить уникальные данные о гидрологическом режиме Волго-Ахтубинской поймы и Западных подстепных ильменей, собрана статистическая информация о состоянии ресурсного потенциала и экономики региона.

Практический результат - комплекс научно обоснованных приоритетных мероприятий на основе вариантных проработок, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов и устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранение уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы.

## ПРАКТИКУМЫ



### Шурганова Галина Васильевна

д. б. н., председатель Нижегородского отделения Гидробиологического общества при РАН, профессор кафедры экологии ННГУ (г. Н. Новгород)

### Практикум «Гидробиологическая оценка качества вод по показателям зоопланктона»

Приведены методы гидробиологической оценки качества вод по показателям зоопланктона, практические примеры использования показателей зоопланктона для оценки содержания в воде биогенных веществ, органических соединений, определения класса качества вод. Показана роль планктона в процессах самоочищения, приведены примеры расчета скорости фильтрации воды зоопланктоном.



Исследовательская группа ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Слева направо: Шурганова Г.В., Ильин М.Ю., Гаврилко Д.Е., Куклина Т.В., Кудрин И.А.



Профессор  
Шурганова Галина Васильевна



Измерение гидрофизических и  
гидрохимических параметров  
(аспирант Ильин Максим)



Отбор проб зоопланктона (аспирант Кудрин Иван)



**Артемьев Георгий Борисович**

инженер Института проблем мониторинга окружающей среды  
ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Обнинск)

---

**Практикум «Отбор и исследования проб воды р. Волга на содержание радионуклидов с использованием пробоотборного комплекса «Протва-1»**

Показана работа на борту судна аппаратного комплекса Протва-1 для отбора проб поверхностной воды с одновременным отделением взвешенного вещества и концентрированием растворенного радиоактивного цезия на избирательном сорбенте.

В ходе экспедиции было отобрано две объединенные пробы: р. Волга и Горьковское водохранилище. Анализ полученных проб на содержание радиоактивного цезия выполнен в НПО «Тайфун».



**Семенова Ирина Вениаминовна**

канд. биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Обнинск)

---

**Практикум «Демонстрация работы передвижной автоматической станции контроля воды (АСКВ-П). Анализ воды Горьковского водохранилища»**

Показана работа передвижной автоматизированной станции контроля воды (АСКВ-П), развернутой в районе п. Городец. Проведен автоматический отбор проб воды для дальнейшего лабораторного анализа; показано измерение в автоматическом режиме гидрологических и гидрохимических показателей качества воды.

**Землянов Игорь Владимирович**

к. ф. -м. н., зав. отделом информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, ФГБУ «ГОИН» (г. Москва)

**Горелиц Ольга Владимировна**

ст.н.с. отдела информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, ФГБУ «ГОИН», Отв.Секретарь НК РФ по МГП ЮНЕСКО (г. Москва)

**Терский Павел Николаевич**

к. г. н., зав. научный сотрудник отдела информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований, ФГБУ «ГОИН» (г. Москва)

---

**Практикум «Гидрографические работы с использованием мобильной лаборатории на базе маломерного судна «Мастер»**

Специалисты ФГБУ «ГОИН» под руководством зав.отделом информационного обеспечения морской и водохозяйственной деятельности, к.ф.-м.н. И.В.Землянова ознакомили студентов ВГУВТ с методами проведения гидрографических работ с использованием промерного комплекса, профилографа, гидролокатора бокового обзора. В практикуме принял участие ст. преподаватель кафедры гидротехнических сооружений ННГАСУ В.М.Красильников.

В ходе практикума студенты ознакомились с основными принципами работы современных гидрографических приборов и приняли участие в проведении промерных работ с использованием эхолотов-картплоттеров Lowrance HDS5, Lowrance HDS8 и в работах по измерению расходов воды с использованием профилографа RiverRay ADCP на участке р. Волга ниже плотины Нижегородской ГЭС, включая участок впадения р. Ока.



Рис. 1. Инструктаж по технике безопасности для студентов ВГУВТ проводит руководитель экспедиционной группы, зав.отделом ГОИНа, к.ф.-м.н. И.В.Землянов.

Практические занятия на воде проводились на борту маломерного судна «Мастер» и с борта моторной лодки «Вагер» под руководством к.г.н. П.Н.Терского.



Рис. 2. Маломерные исследовательские суда ГОИНа – катер «Мастер» и лодка «Вагер»

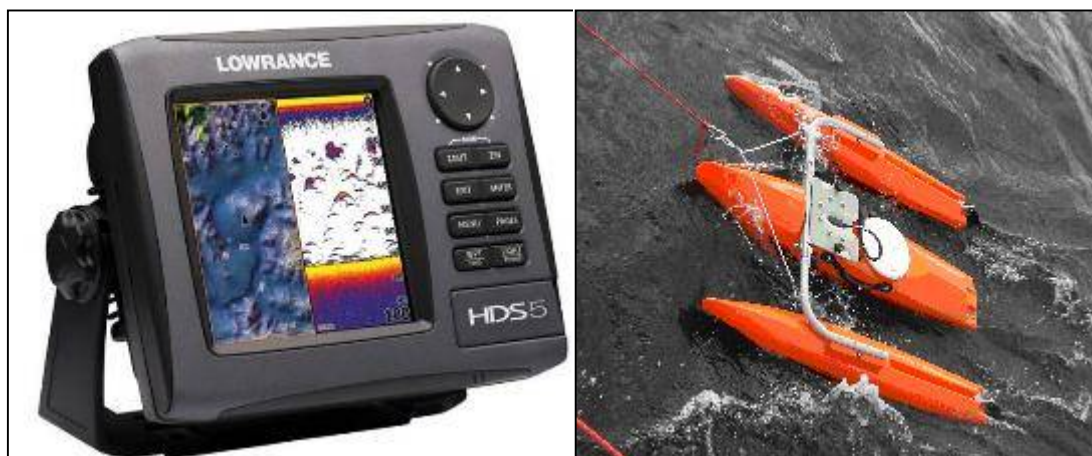


Рис. 3. Эхолот-картплоттер Lowrance HDS5    Рис. 4. Профилограф RiverRay ADCP



Рис. 5. П.Н.Терский (ГОИН) знакомит участников практикума с работой профилографа

Для анализа текущей гидрологической обстановки и оперативной обработки полученных в ходе практикума материалов гидрографических работ студенты ВГУВТ 16-18 мая проводили ежечасные наблюдения за уровнем воды в светлое время суток на временном водомерном посту «Лукоморье», организованном в месте базирования экспедиционного отряда ГОИНа.



Рис. 6. Студенты ВГУВТ проводят наблюдения за уровнем воды на временном водомерном посту под руководством О.В. Горелиц (ГОИН)

Сотрудниками ГОИНа к.т.н. Е.Ю.Шикуновой и С.В.Лебедевой в период проведения практикума выполнена первичная обработка полученных материалов гидрографических работ и подготовка данных для верификации и калибровки гидродинамической модели исследуемого участка р.Волга, включая участок впадения р.Оки.

**Никольский Евгений Константинович**

к. т. н., профессор, заведующий кафедрой геоинформатики и кадастра ННГАСУ (г. Н. Новгород)

**Хохлов Дмитрий Николаевич**

с.н.с., старший преподаватель кафедры гидротехнических сооружений ННГАСУ (г. Н. Новгород)

**Практикум «Исследования переформирования берегов Горьковского водохранилища»**

Показана методика наблюдений за переработкой берегов Горьковского водохранилища.

Выполнена съемка профиля берега, надводный береговой уступ и прибрежная отмель с глубинами до 2,5 м измерялись при помощи электронного тахеометра SOKKIA SET 630 R, свал отмели измерялся при помощи акустического эхолота NaviSound 110 установленного на маломерном судне «F-420».

Выполнена аэрофотосъемка участка берега с фиксацией бровки берегового обрыва с помощью беспилотного летательного аппарата.



## 4. Исследования, результаты, анализ

### 4.1 Оценка качества вод реки Волги и Горьковского водохранилища

#### Гидробиологическая оценка качества вод по показателям зоопланктона

Одним из важнейших компонентов водной среды, определяющих ее экологическое качество, является наличие в воде органических загрязнений. Степень загрязнения водных объектов органическими веществами определяет их сапробность (от греч. «sargos» - гниющий).

Разные водные организмы, в том числе и зоопланктона, проявляют неодинаковую чувствительность к содержанию в воде органических веществ и продуктов их распада (рис. 1).



Рис. 1. Виды зоопланктона, приуроченные к разным зонам сапробности (слева направо):  $\alpha$ -олигосапроб *Daphnia galeata* (Sars, 1864),  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапроб *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1776), полисапроб *Moina brachiata* (Jurine, 1820)

Анализ видовой структуры сообществ гидробионтов, в частности, зоопланктона, позволяет оценить качество воды, так как сообщества зоопланктона, населяющие и, следовательно, характеризующие состояние всей толщи водной массы, являются хорошими индикаторами изменений условий их существования.

Для оценки качества вод по зоопланктону используют различные индексы, рассчитываемые на основе структурных соотношений, видов-индикаторов и др.

Это дает возможность представить результаты биологического анализа состояния вод числовыми значениями, что позволяет сравнивать состояния водоемов различных районов и в разные сроки исследования. Одним из наиболее распространенных и простых индексов является индекс сапробности Пантле и Букк в модификации Сладечека (1973), который рассчитывается на основе соотношения численностей индикаторных видов.

По значениям индекса сапробности можно установить класс качества воды (от I класса качества – «очень чистые» воды, до VI класса качества – воды «очень грязные»), в соответствии с «Правилами контроля качества воды в водоемах и водотоках» (ГОСТ 17.1.3.17 – 82).

Распространенной системой биологического анализа качества вод является оценка степени эвтрофирования водоема.

Эвтрофирование вод – это повышение уровня продуктивности водоёмов в результате накопления в них биогенных элементов, главным образом азота и фосфора, под действием естественных или антропогенных факторов. Естественное эвтрофирование длится тысячелетиями, антропогенное наступает значительно быстрее, особенно в водоёмах с замедленным стоком – озёрах, водохранилищах, прудах. Поступление биогенных элементов в континентальные водоёмы, происходит главным образом, в результате смыва с полей удобрений, а также с промышленными и коммунальными стоками.

Эвтрофирование ухудшает среду обитания гидробионтов за счёт массового развития фитопланктона (так называемого “цветения воды”), что приводит к накоплению токсических продуктов, а также снижению концентрации кислорода, что является причиной «заморов» рыб и других гидробионтов (рис. 2, 3). Для оценки трофического статуса водоемов используются также структурные показатели зоопланктона.

Организмы зоопланктона активно участвуют в саморегуляции водных экосистем. Благодаря фильтрации и седиментации взвешенных в воде минеральных и детритных частиц они способствуют самоочищению воды, повышению её прозрачности. В результате фильтрационной деятельности планктонных ракообразных снижается количество фитопланктона, бактериопланктона и детрита. Фильтрация огромного количества взвешенного органического вещества подчеркивает значимость сообщества зоопланктона как естественного биофильтра водоёмов и показывает его важную роль в круговороте вещества в водных экосистемах.



Рис. 2. Массовое развитие синезеленых водорослей в Чебоксарском водохранилище в июле 2010 г. (фото В.В. Соловьевой)



Рис. 3. «Цветение» воды в Чебоксарском водохранилище в июле 2010 г. (фото Г.В. Шургановой)

В ходе проведения практикума приведены примеры:

1. Оценки качества воды по гидробиологическим показателям.
2. Оценки качества трофического статуса водоемов.
3. Оценки скорости фильтрации вод организмами зоопланктона

В ходе экспедиции с борта экспедиционного судна были отобраны пробы зоопланктона на верхнем речном участке акватории Чебоксарского водохранилища, а также в приплотинном участке Горьковского водохранилища. При отборе проб учитывался ряд абиотических параметров воды (таблица).

Станции отбора проб зоопланктона и измеряемые показатели среды

№ п/п	Станция	GPS-координаты	Глубина, м	Прозрачность, м	Температура, °С	Электропроводность, мкСм	pH
1	Чебоксарское в-ще, Н. Новгород, правый берег	56,33231 43,59940	4,5	0,95	15,7	333	8,18
2	Чебоксарское в-ще, ниже Сорново	56,36994 43,88295	6,5	1,20	8,5	161	8,08
3	Чебоксарское в-ще, выше Сорново	56,38870 43,87213	5,5	1,25	8,7	161	8,12
4	Чебоксарское в-ще, ниже н.п. Б. Козино	56,42334 43,80547	6,0	1,25	8,5	159	8,04
5	Чебоксарское в-е, ниже г. Балахна	56,48261 43,63046	4,0	1,10	9,1	154	8,06
6	Чебоксарское в-е, выше г. Балахны	56,51900 43,61135	5,0	1,20	9,1	152	8,06
7	Чебоксарское в-е, выше г. Правдинск	56,58379 43,52401	6,0	1,10	9,2	153	8,00
8	Чебоксарское в-е, ниже г. Городец	56,61493 43,48277	3,5	1,10	9,2	148	8,02
9	Горьковское в-ще, средний бьеф	56,67138 43,44243	5,5	0,50	11,6	181	8,38
10	Горьковское в-ще, верхний бьеф, правый берег	56,68880 43,36233	8,0	1,10	9,5	150	8,11
11	Горьковское в-ще, верхний бьеф, левый берег	56,68959 43,39976	10,0	1,20	9,8	152	8,16

В результате обработки и анализа полученного материала будет проведена оценка качества воды исследованных участков водоемов, оценен их трофический статус, а также скорость фильтрации воды организмами зоопланктона. По итогам работы будет написана научная статья.

### Исследования проб воды на содержание радионуклидов с использованием пробоотборного комплекса «Протва-1»

Аппаратурный комплекс Протва-1 для отбора проб поверхностной воды с одновременным отделением взвешенного вещества и концентрированием растворенного радиоактивного цезия на избирательном сорбенте разработан и изготовлен в НПО «Тайфун». Комплекс состоит из погружного насоса, фильтрующей установки «Мидия» и абсорбера, соединенными последовательно в единую гидросистему (рис. 1).

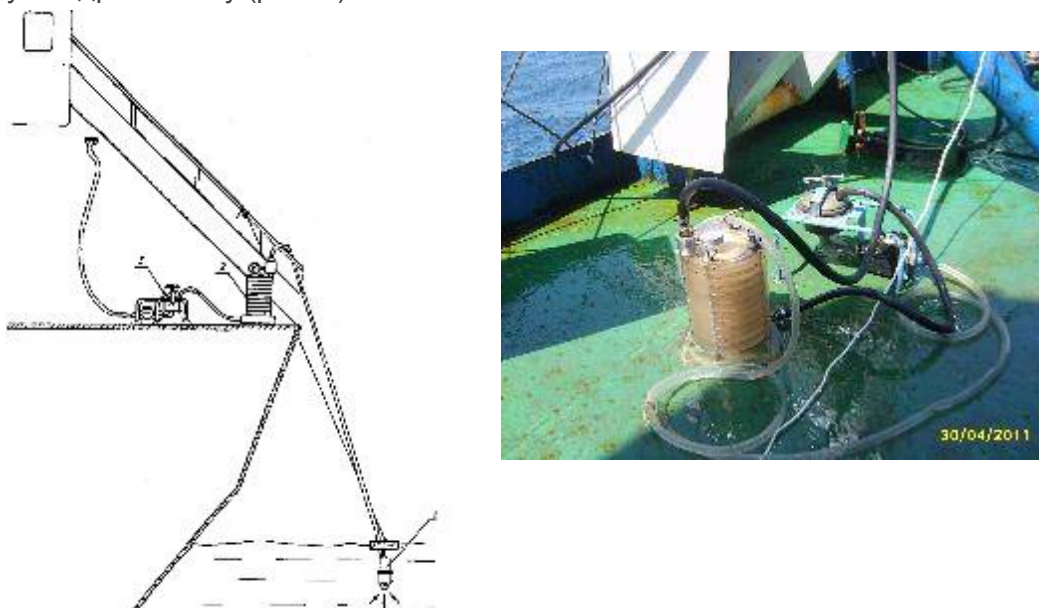


Рис. 1. Комплекс для отбора воды с поверхности

Слева – схема размещения комплекса на борту экспедиционного судна:

1- погружной насос, 2-фильтрующая установка «Мидия», 3-абсорбер «Морской».

Справа – фильтрующая установка и абсорбер на борту исследовательского судна

Фильтрующая установка «Мидия» предназначена для отделения взвешенного вещества из проб воды большого объема. Фильтрация воды происходит со скоростью 120 - 900 л/ч. Устройство установки и принцип действия поясняет рис. 2.

Высокая скорость фильтрации достигается параллельным включением десяти фильтрующих секций. Исследуемая вода, посредством напора, создаваемого насосом, через обратный клапан с манометром поступает в распределительную трубу, с которой соединены входы всех фильтросекций. Пройдя через фильтры, вода по выходным каналам каждой секции поступает в общую выходную трубу. В установке используются составные фильтры: на каждую секцию сначала накладывается бумажный фильтр типа «синяя лента», а после

накладывается предфильтр из фильтроткани ФПП-15-1.5. Использование указанных фильтров обеспечивает выделение из воды частиц крупнее 1.0 мкм.

Абсорбер предназначен для концентрирования растворенных в воде фракций радиоактивных примесей со скоростью до 600 л/ч с одновременным счетом объема прокаченной воды. Абсорбер содержит капсулу со сменными гильзами, заполненными избирательным сорбентом, и счетчик объема пропущенной воды (рис. 2). Исследуемая вода после фильтрации на фильтрующей установке «Мидия» посредством напора, создаваемого насосом, прокачивается через капсулу с избирательным сорбентом, который извлекает растворенный в воде радиоактивный цезий.

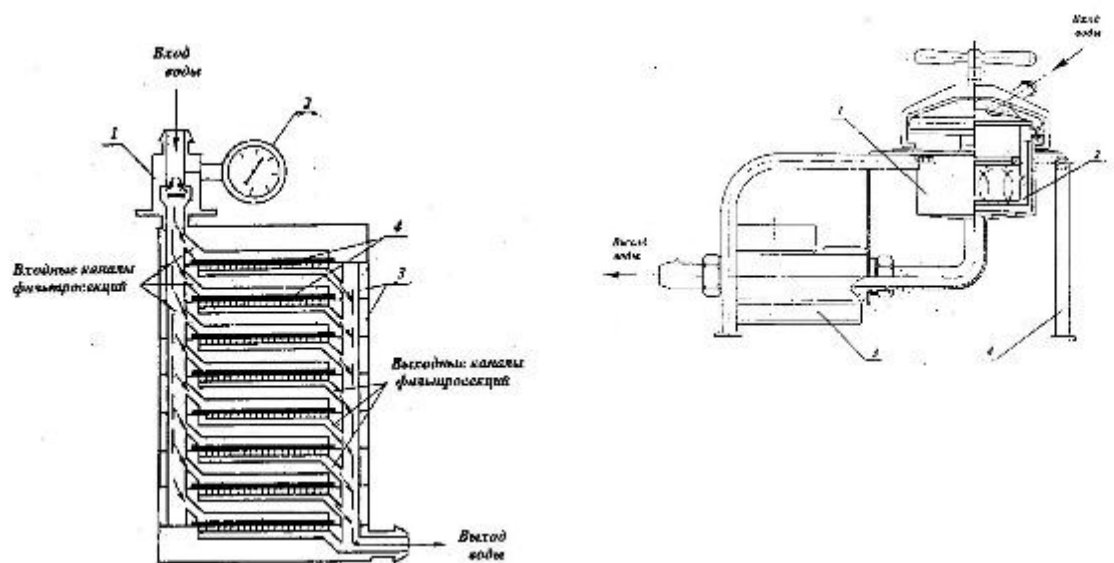


Рис. 2. Фильтрующая установка «Мидия» с абсорбером

Слева – устройство фильтрующей установки «Мидия»: 1- обратный клапан, 2-манометр, 3-фильтрующие секции, 4-фильтры. Справа – устройство абсорбера: 1-корпус абсорбера, 2-сменная гильза с селективным сорбентом, 3- счетчик расхода воды, 4- подставка



Рисунок 3 - Фильтр со слоем взвешенного вещества

**Селективные сорбенты**

Для извлечения из воды радиоактивного цезия ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ), присутствующего в растворимой форме, во время работ применялись сорбенты, приготовленные на основе разработанного в Московском текстильном институте (МТИ) волокнистого комплексита "Мтилон-Т", импрегнированного ферроцианидом меди. Сорбенты на основе этого волокна обеспечивают практически полное извлечение радиоцезия из воды в широком диапазоне изменения скорости прокачки.

**Полученные результаты**

В ходе экспедиции было отобрано две объединенные пробы: р. Волга и Горьковское водохранилище. Анализ полученных проб на содержание радиоактивного цезия, проведенный в лаборатории «Комплексных исследований радиоактивности природных сред» НПО «Тайфун» показал, что объемная активность содержания  $^{137}\text{Cs}$  в водах реки Волги в районе г. Нижний Новгород менее 0,11 Бк/м<sup>3</sup>, Горьковского водохранилища – менее 0,15 Бк/м<sup>3</sup>. Значения концентрации  $^{137}\text{Cs}$  находятся в близком соответствии с данными по другим рекам европейской части России.

### Анализ воды с использованием передвижной автоматической станции контроля воды (АСКВ-П)

В районе г. Городец на берегу водохранилища была развернута передвижная автоматизированная станция контроля воды (АСКВ-П).

Цель работы АСКВ-П - получение в автоматическом режиме информации о состоянии и загрязнении поверхностных вод и гидрологических показателей воды при использовании в качестве перемещаемого низового измерительного звена автоматизированных систем. АСКВ-П решает следующие задачи:

- оперативное измерение, сбор, обработка и передача информации о состоянии воды контролируемого пункта (створа) водного объекта по заданным параметрам;
- выявление резких кратковременных изменений состава вод и уровня их загрязнения, обусловленных антропогенными воздействиями (в том числе залповых и аварийных сбросов значительных объемов сточных вод) или естественными причинами;
- установление суточных, сезонных и долговременных трендов качества воды.



#### Базовое оборудование

датчики и контроллер серии sc фирмы HACH LANGE;  
датчики и контроллер серии IQ фирмы WTW;  
автоматический пробоотборник Sigma SD900R;  
гидрологический комплекс ГРС-3.

АСКВ-П разделена на технический, рабочий и бытовой отсеки.

#### Система управления комплексом

Программное обеспечение фирмы «Экрос Инжиниринг» с функциями сбора, первичной обработки и визуализации данных, архивации и передачи данных на FTP-сервер.

Оборудование и программное обеспечение предоставляет возможность удаленного контроля работоспособности АСКВ-П, установки ее конфигурации (изменение состава датчиков, используемых каналов связи) и значений предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, географических координат АСКВ-П.

Рабочий отсек



Кюветное отделение и автоматический пробоотборник



Датчик УФ спектральный нитратного и нитритного азота с автоочисткой, NiCaVis705Ni



Анализатор цветности проточный фото-метрический, Kemtrak

Технический отсек



Бытовой отсек



## Перечень контролируемых гидрохимических показателей

Определяемый показатель	Единицы измерения	Диапазон измерения, не менее	Погрешность определения, не более
Водородный показатель (рН)	рН	1 - 14	0,02
Проводимость	мкСм/см	10 - 500 000	0,5 % от значения
Концентрация растворенного кислорода	мг/дм <sup>3</sup>	0,1 - 20,0	0,1; С<5 0,2; С>5
Концентрация нитратов (NO <sub>3</sub> -N)	мг/дм <sup>3</sup>	0,05 - 25,0	0,1 + 0,02С
Концентрация нитритов (NO <sub>2</sub> -N)	мг/дм <sup>3</sup>	0,02 - 5,0	0,02 + 0,02С
ХПК	мг/дм <sup>3</sup>	0,5 - 800	2 + 10 % от значения
Концентрация нефтепродуктов (ПАУ)	мг/дм <sup>3</sup>	0,05 - 15	10 % от шкалы
Мутность	FNU	0,001 - 4000	0,001 + 0,5С
Цветность	градус	0,5 - 200	0,03С

## Перечень контролируемых гидрологических показателей

Определяемый показатель	Единицы измерения	Диапазон измерения, не менее	Погрешность определения, не более
Скорость и расход воды	м/с	от минус 0,2 до +5,0	в диапазоне: от – 0,05 до – 0,099 м/с; ± 15 %; от – 0,1 до – 0,2 м/с и от 0,1 до 5 м/с; ±1,5%
Уровень поверхностных вод	м	0 – 10	%, ± 0,1

## Полученные результаты

Практически все водные объекты бассейна Волги подвержены антропогенному воздействию, качество воды большинства из них не отвечает нормативным требованиям (по данным Ежегодников качества вод).

Река Волга и Горьковское водохранилище по своему химическому составу относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, второго типа. Воды слабощелочные (величина водородного показателя (рН) колебалась в диапазоне от 7,65 до 7,86), средней минерализации (величина электропроводности воды составила 400-450 мкСм/см), с удовлетворительным кислородным режимом (концентрация растворенного в воде кислорода варьировал от 8 до 9 мг/л). Мутность воды составляла 10-20 ед. мутности (ЕМФ), цветность 15-20 градусов цветности. Концентрация нефтепродуктов изменялась в диапазоне от 0,03 до 0,05 мг/л, азота нитратов от 0,8 до 1,0 мг/л, нитритов – от 0,01 до 0,02 мг/л, величина ХПК составляла 20-30 мг/л, что не превышает установленных нормативных требований.

## 4.2 Создание гидродинамической модели

### участка р. Волга

Концепция работы (Рис.1) состоит в сочетании методов гидродинамического моделирования, полевых гидрографических изысканий и стандартных гидрологических наблюдений на сети Росгидромета.

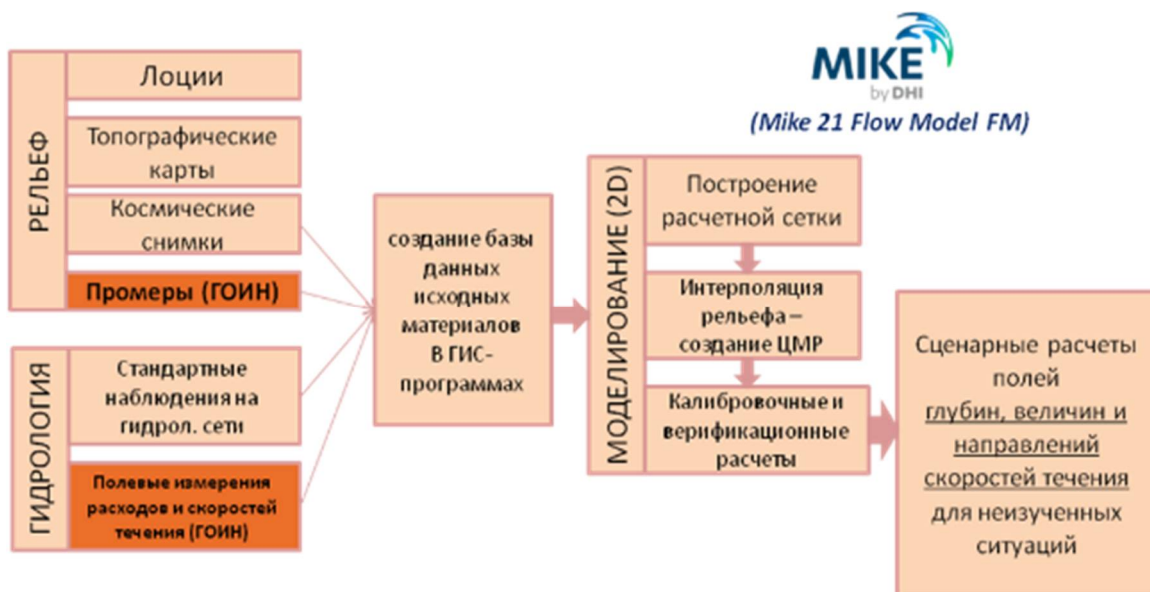


Рис.1. Концепция компьютерного гидродинамического моделирования

Средствами датского программного комплекса Mike 21 Flow Model FM для узла слияния Волги и Оки создана двумерная гидродинамическая модель, позволяющая рассчитывать поля глубин, величин и направлений скоростей течения (Рис.2). Для этого собрана вся доступная информация о русловом рельефе рассматриваемых участков рек Волги и Оки, получены данные наблюдений со стандартной гидрометрической сети, в рамках экспедиционного этапа осуществлены промеры, организован дополнительный временный пост для ежечасных наблюдений за уровнем воды. Из всех имеющихся материалов создана база данных на основе ГИС. Результаты полевых изысканий обеспечивают гидродинамическую модель актуальными входными данными и используются для калибровки и верификации.

Двумерное моделирование позволяет получить динамические характеристики потока для неизученных ситуаций и оценить эффективность различных инженерных мероприятий на рассматриваемом участке



Рис.2. Схема исследуемого участка и границы зоны моделирования



Рис. 3. Схема расположения гидрологических постов на исследуемом участке

## НАБЛЮДЕНИЯ ЗА УРОВНЕМ ВОДЫ

Необходимым условием для моделирования являются данные гидрологических наблюдений на исследуемом участке реки. В подготовительный период и в рамках работы Экспедиции «Плавучего университета Волжского бассейна» для анализа текущей гидрологической ситуации были использованы данные наблюдений на гидрологических постах Верхне-Волжского ЦГМС, расположенных на исследуемом участке. В пункте базирования экспедиционной группы ГОИНа был организован временный водомерный пост (Рис. 3).

Наблюдения за уровнем воды на стационарных гидрологических постах проводятся дважды в сутки – в 08-00 и в 20-00, наблюдения на временном водомерном посту проводились в период работы Экспедиции «Плавучий университет» с 16 по 18 мая ежечасно студентами ВГУВТ (Рис.4). Результаты наблюдений за уровнем воды представлены на Рис.5.



Рис. 4. Наблюдение за уровнем воды на временном водомерном посту

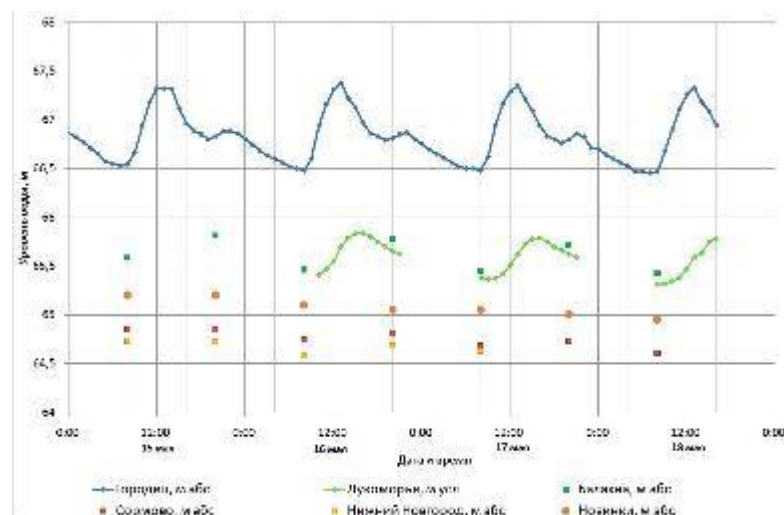


Рис. 5. Колебания уровня воды 15-18 мая на исследуемом участке

## ПОЛЕВЫЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ПРИБОРЫ



Рис.6. Спуск на воду мобильной лаборатории ГОИИ на базе катера «Мастер»

Для выполнения гидрографических работ был использован сформированный в Отделе информационного обеспечения морских и водохозяйственных исследований ГОИИ парк современного промерного оборудования, который вместе с персональными компьютерами, оснащенными специализированным лицензионным программным обеспечением, представляет собой мощный мобильный промерный комплекс (Рис.6). В работе использован навигационный эхолот-картплоттер LOWRANCE HDS-5 и Lowrance HDS8 (Рис.7).

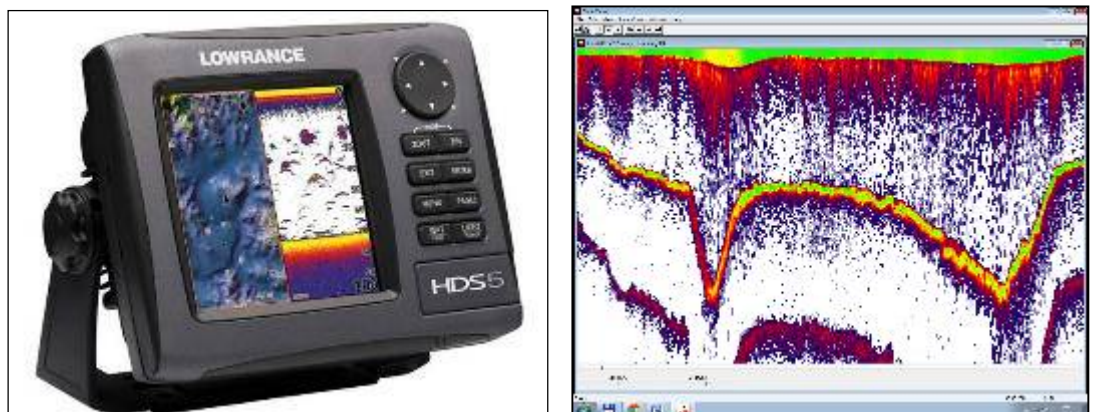


Рис.7. Эхолот-картплоттер LOWRANCE HDS-5 и рабочее окно программы в процессе обработки данных промеров.

При работе на экране эхолота отображается непрерывный профиль дна, регистрация измерений ведется на мультимедийный носитель большой емкости, что позволяет производить запись глубины в точках с дискретностью до одной секунды. При проведении промерных работ скорость перемещения лодки может составлять не более 13-15 км/час (Рис.8).



Рис.8. Промерные работы выполняются на катере «Мастер»

Изучение изменений скоростей течения и расходов воды на исследуемом участке производились с использованием профилографа RiverRay ADCP – акустического измерителя расходов воды, принцип работы которого основан на доплеровском эффекте (Рис.9).



Рис.9. Размещение профилографа ADCP у борта исследовательского судна «Мастер»

Профилограф RiverRay универсален в использовании при измерениях в водотоках различной величины – один прибор позволяет проводить высококачественные измерения потока при глубине от 0,4 до 60м. Профилограф буксируется на специальном плотике исследовательским судном, следующим по курсу гидрометрического створа. Измерительная платформа для прибора отличается высокой стабильностью, что обеспечивает высокое качество полученных данных. Прибор имеет беспроводной выход на компьютер с помощью технологии Bluetooth. Управление профилографом и обработка полученных данных осуществляется программным комплексом WinRiverII, с помощью которого производится настройка на необходимый режим измерения в соответствии с параметрами водотока (Рис.10).

#### БАЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ГИС

Для подготовки данных, используемых в гидродинамическом моделировании, для ведения геореляционной базы данных, а также отображения результатов моделирования разработан геоинформационный проект исследуемой территории, созданный на базе программного комплекса ArcGISArcView компании ESRI версии 10.3.3.

В качестве базовой картографической основы для работы использованы: топографические карты М 1:25 000 (26 номенклатурных листов), данные дистанционного зондирования земли (ДДЗЗ) со спутника Landsat (пространственное разрешение 30 м/пкс), данные из Атласа единой глубоководной системы РФ (Лоции).

Разработка ГИС-проекта включает создание набора тематических информационных слоев: акватория р. Волги, значения глубин по данным Атласа единой глубоководной системы, месторасположение гидрологических постов, граница зоны моделирования, значения глубин в промерных точках (данные промерных работ, выполненных ФГБУ «ГОИН» в 16-18 мая 2015 г.), береговая линия при среднемеженном уровне, береговая линия при высоком уровне воды, береговая линия при низком уровне воды, изобаты, горизонталы рельефа, линия фарватера, схема положения промерных галсов, населенные пункты, транспортная сеть, растительность.

Важным этапом предварительной подготовки данных для моделирования является комплекс шагов по определению абсолютных отметок дна в точках промеров с учетом хода уровня и места расположения промерных точек. Помимо стандартных возможностей ГИС для этого был использован специализированный программный комплекс, разработанный в ФГБУ «ГОИН».

На основе массива данных, включенных в ГИС-проект, сформирована цифровая модель рельефа в абсолютных высотных отметках. Результаты гидродинамического моделирования (поля уровней воды, глубин, скоростей и направлений течения) интегрируются в ГИС-проект и отображаются с использованием базовой карт-основы.



Построенная в полуавтоматическом режиме расчетная сетка состоит из 8962. ячеек треугольной и четырехугольной формы размером в среднем 80 на 160 м в русле. Это так называемая гибридная нерегулярная сетка, позволяющая детально описывать сложный рельеф и при этом оптимально задействовать расчетные мощности, что заметно уменьшает время расчета.

На основе материалов полевых гидрографических работ, данных стандартных гидрологических наблюдений и с использованием геопространственной информации на созданной гидродинамической модели выполнены тестовые расчеты для меженной ситуации квазистационарного течения в период работы экспедиционной группы ФГБУ «ГОИН» в составе Экспедиции «Плавучий университет» 16 мая 2015 года. (Рис.12).

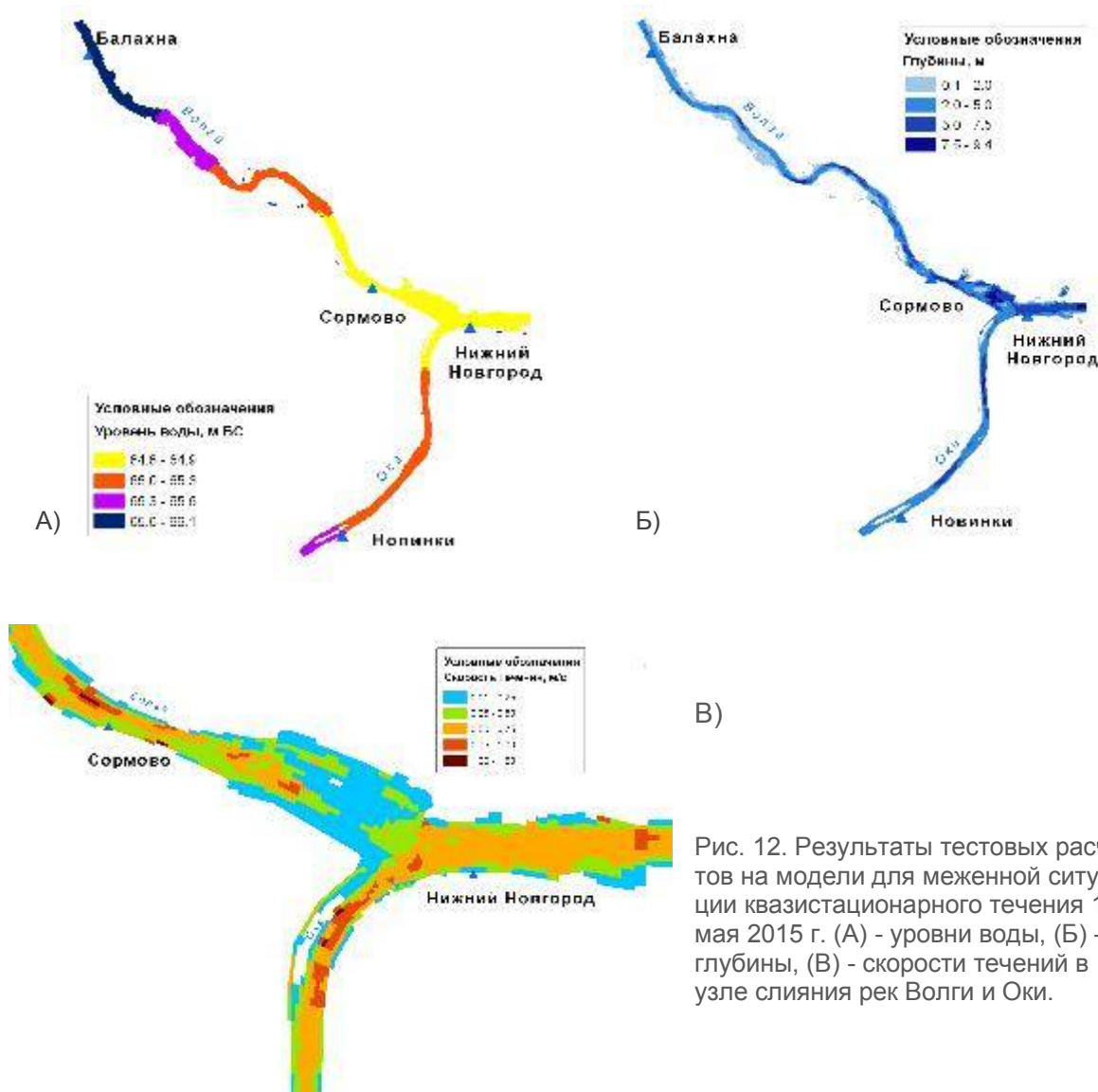


Рис. 12. Результаты тестовых расчетов на модели для меженной ситуации квазистационарного течения 16 мая 2015 г. (А) - уровни воды, (Б) - глубины, (В) - скорости течений в узле слияния рек Волги и Оки.

Для калибровки модели исследуемый участок разбит на три области, для каждой из которых определен коэффициент шероховатости так, чтобы рассчитанные по модели уклоны соответствовали наблюдаемым. Гидрологическая ситуация для калибровки построена на основе архивных данных Верхне-Волжского ЦГМС за 26 июня 2013 года. Полученные значения коэффициента шероховатости – коэффициент Маннинга – составили для Волги – 0,020 (выше г/п Сормово) и 0,014 (ниже г/п Сормово), для Оки – 0,024 (ниже г/п Новинки).

Верификация модели проведена на основе данных наблюдений за уровнем воды на временном водомерном посту и материалов гидрографических наблюдений – промерных работ и измерений скоростей течения и расходов воды – полученных специалистами ГОИНа в ходе работы Экспедиции «Плавучего университета Волжского бассейна», а также данных стандартных наблюдений на гидрологических постах Росгидромета. Результаты верификации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты верификации модели по уровням воды при квазистационарном режиме (по данным на период 16-20 часов 16 мая 2015 г)

Пост	Фактический уровень, м абс БС	Смоделированный уровень, м абс БС	Абсолютная ошибка, м
Волга-Балахна	65,78	65,84	0,06
Волга-Сормово	64,8	64,81	0,01
Ока-Новинки	65,05	65,29	0,24

В результате работ, выполненных ГОИНОм в ходе Экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна», реализована двумерная численная модель для участка р.Волги от Балахны до впадения р.Оки.

Созданный действующий модельный комплекс позволяет рассчитывать уровни воды, скорость и направления течений для исследуемого участка р.Волги. Модельный комплекс может быть использован для задач проектирования при выполнении сценарных расчетов для различных сочетаний расходов воды в Волге и Оке, для условий изменения пропускной способности русла вследствие строительства гидротехнических сооружений и других объектов.

### 4.3 Исследование течений и температурной стратификации воды в Горьковском водохранилище

#### Исследование течений в Горьковском водохранилище

Исследования течений в акватории Горьковского водохранилища (в южной его части) проводились с борта плавучей лаборатории ИПФ РАН с использованием акустического профилографа течений Workhorse Sentinel 600 kHz (см. фото на рис 1).



Рис. 1. Акустический профилограф течений Workhorse Sentinel 600 kHz

На рис. 2. представлены примеры измеренных профилей скоростей течений (а), а также вертикальные профили интенсивности обратного акустического рассеяния (б) на галсе длиной более 4 км при движении судна поперек акватории, т.е. в западно-восточном направлении. Профили акустического рассеяния позволяют судить о наличии и концентрации взвешенных частиц, а также, концентрации фитопланктона.

По полученным данным можно сделать вывод о существенной изменчивости течений в акватории водохранилища. Характер изменчивости вдоль указанного выше галса иллюстрирует, например, рис.4.3.3, где показаны измеренные направления и величины скорости течения в верхнем слое воды толщиной около 1 м .

Неоднородность поля течений в акватории обуславливает и неоднородность в распределении взвешенных в воде частиц, а также фитопланктона по акватории, что важно для оценки экологического состояния вод водохранилища, в том числе, для оценки степени биогенного загрязнения в период интенсивного “цветения воды”.

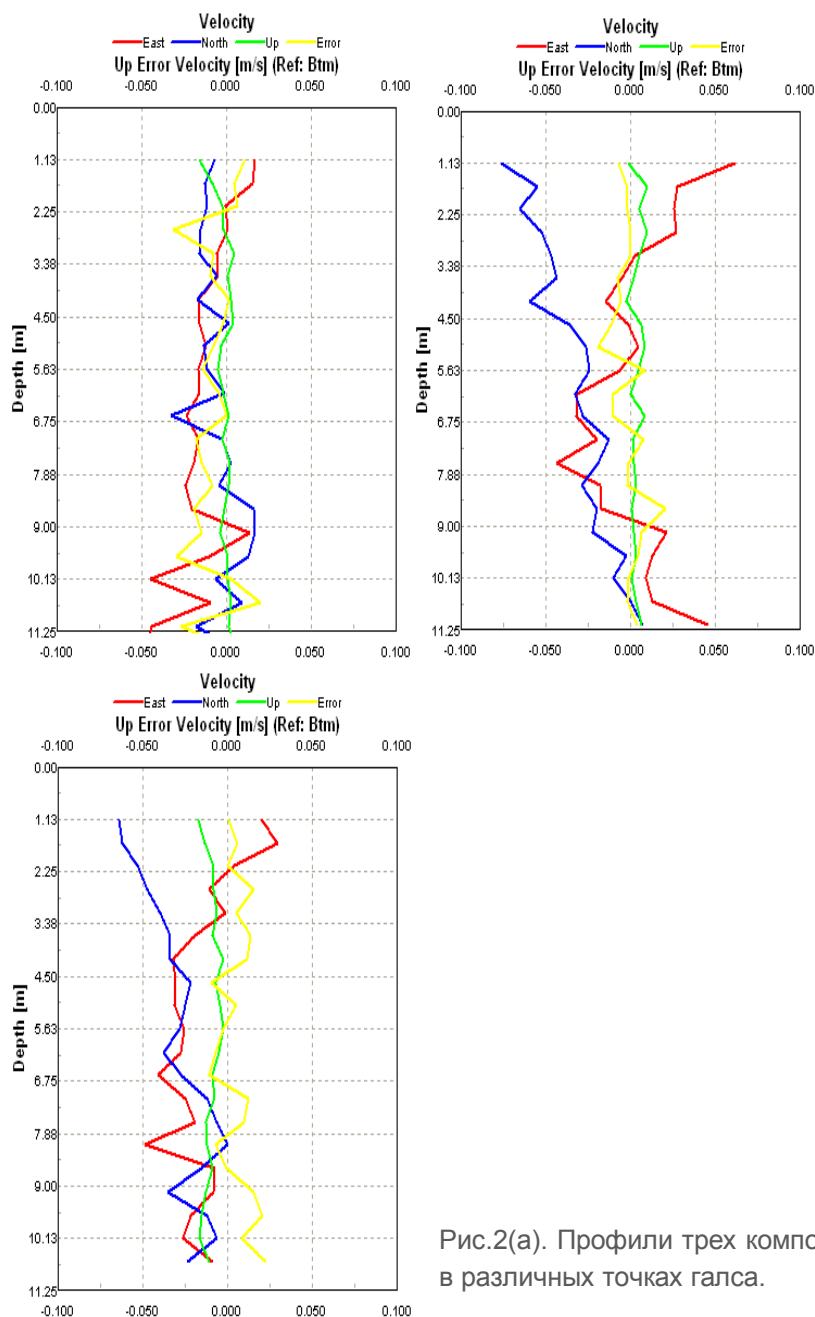


Рис.2(а). Профили трех компонент скорости течений в различных точках галса.

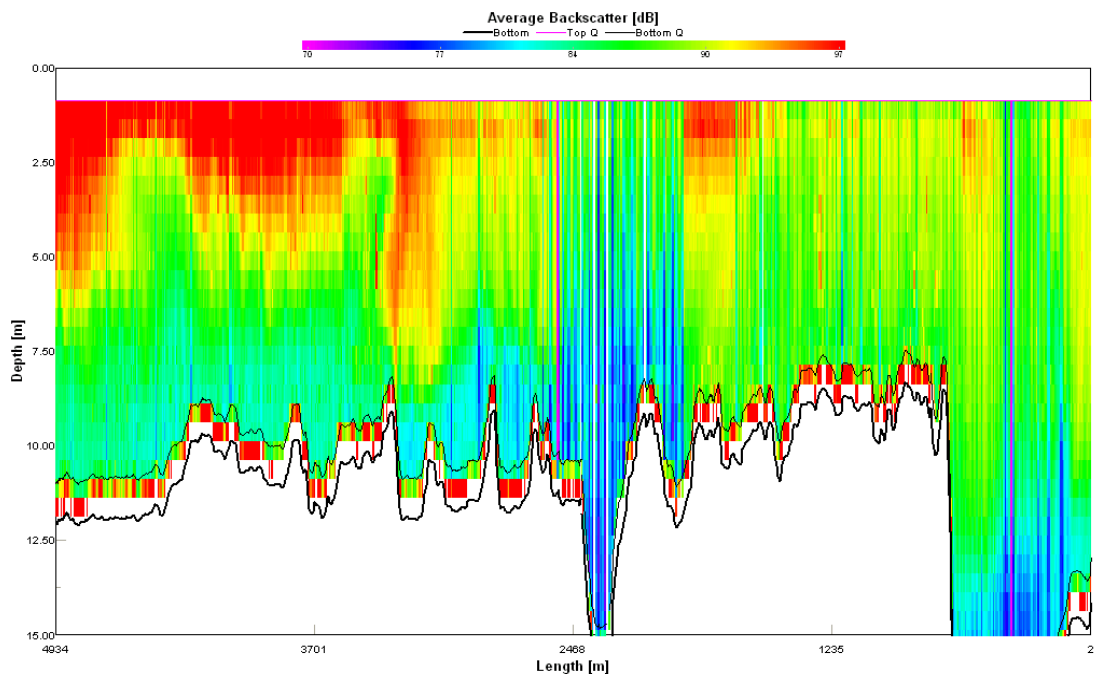


Рис. 2(б). Запись последовательных профилей обратного акустического рассеяния

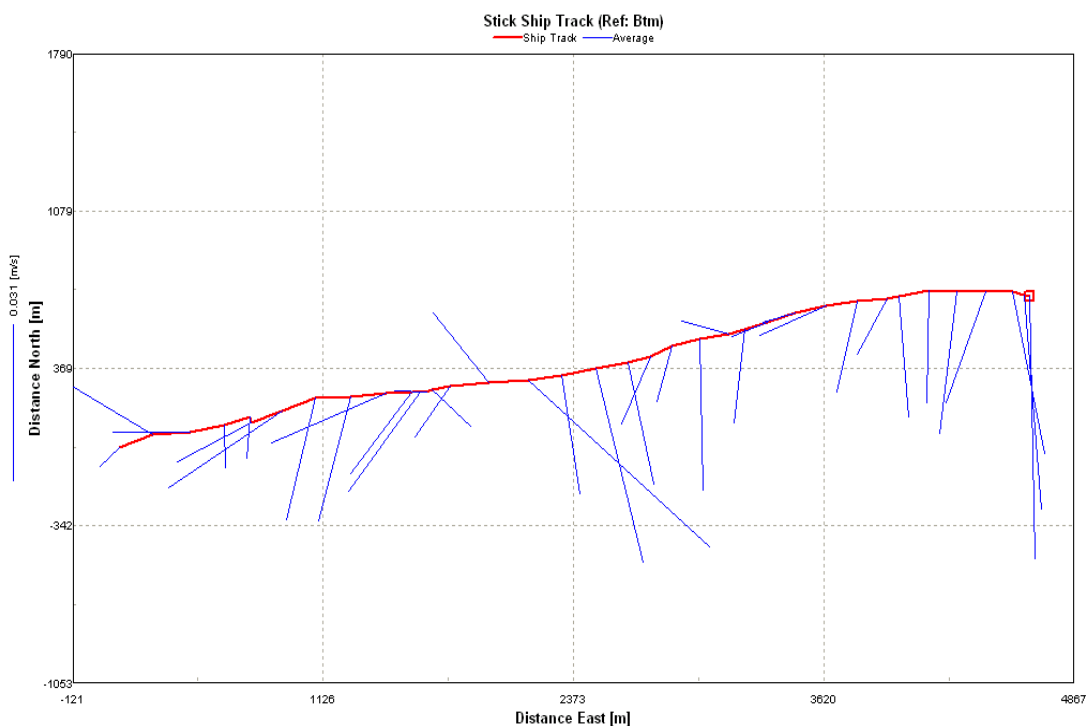


Рис. 3. Горизонтальный разрез поля течения в южной части Горьковского водохранилища (усредненные данные ADCP, размер продольной ячейки 30-40 м)

### Исследование стратификации в Горьковском водохранилище

Оценки показывают, что в весенний и летний периоды в водохранилищах Волжского каскада происходит расслоение вод по плотности. Водохранилища Волжско - Камского каскада характеризуются средними скоростями порядка десятков см/с, а вертикальные градиенты скорости составляют  $10^{-2} \dots 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ . В случае прогрева приповерхностных вод или попадания в водохранилища вод с иной температурой возникает перепад плотности между водами различных типов. Отличие в температуре порядка нескольких градусов, что типично для втекающих в водохранилище рек, сезонного прогрева и для сбросов ТЭЦ, городских и районных очистных сооружений, вызывает в этих водах относительный перепад плотности порядка  $10^{-3}$ . Глобальное число Ричардсона  $RiG$  для этой ситуации составит порядка  $1 \dots 10$ , в отдельных случаях достигает 100. Такие воды устойчивы к перемешиванию в вертикальном направлении. В результате более теплые сбросы располагаются в виде вытянутых языков на поверхности водохранилища, существенно меняя гидрохимические характеристики вод водохранилищ. При этом слоистый характер приобретает распределение кислорода, биогенных и иных загрязняющих веществ. В результате устойчивость водных экосистем нарушается, возникают дополнительные негативные факторы, влияющие на рыбные запасы и иные компоненты водных экосистем, качество забираемых вод для питьевых и промышленных целей, ухудшаются рекреационные характеристики водоемов. Для водохранилищ возможны ситуации придонного расположения втекающих в него вод.

#### Критерий устойчивости

Устойчивость стратификации зависящих от глубины горизонтальных течений оценивается безразмерным числом Ричардсона  $Ri$ :

$$Ri = \left( \frac{g}{\rho} * \frac{d\rho}{dz} \right) / \left( \frac{dU}{dz} \right)^2 ;$$

где  $g$  - ускорение свободного падения,  $g=9,8 \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $\rho$  - плотность воды;  $d\rho/dz$ - вертикальный градиент плотности воды;  $dU/dz$  - вертикальный градиент скорости течения.

Критическим значением числа Ричардсона считается  $Rik=0,25$ .

При  $Ri > Rik$  устойчивость расслоения сохраняется, при  $Ri < Rik$  турбулентное перемешивание преодолевает устойчивость слоев воды, и вода перемешивается, что ведет к разрушению слоя скачка.

### Наблюдаемые профили температуры и скорости течений. Расчеты стратификации и числа Ричардсона

Пример температурной стратификации глубоководной части Горьковского водохранилища представлен на рисунках 1, 2.. Если пренебречь приповерхностными придонными эффектами, то основной скачок температуры 4 августа наблюдался на глубине 4...5 м. Максимальный градиент температуры – 0,23 °С.

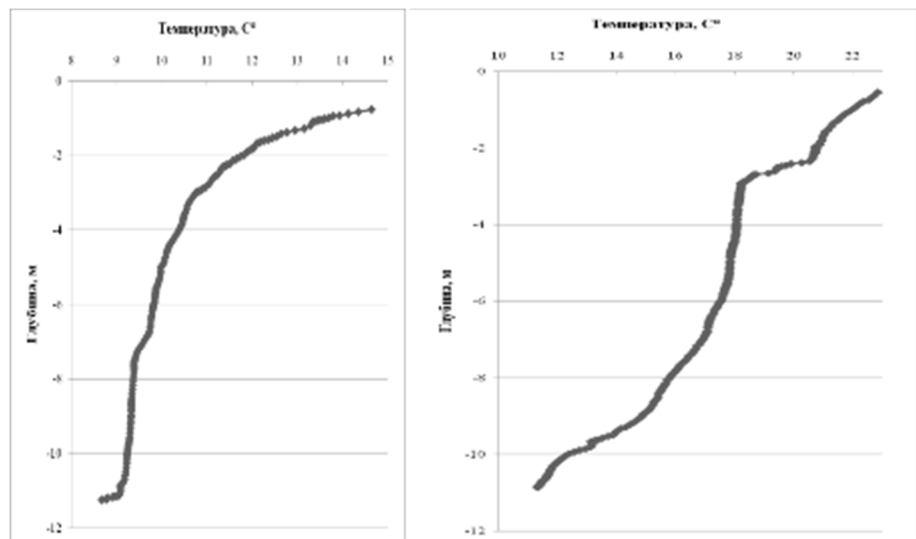


Рис. 1. Зависимость температуры от глубины: сезонная (19.05.2014) и суточная (04.07.2014) стратификация.

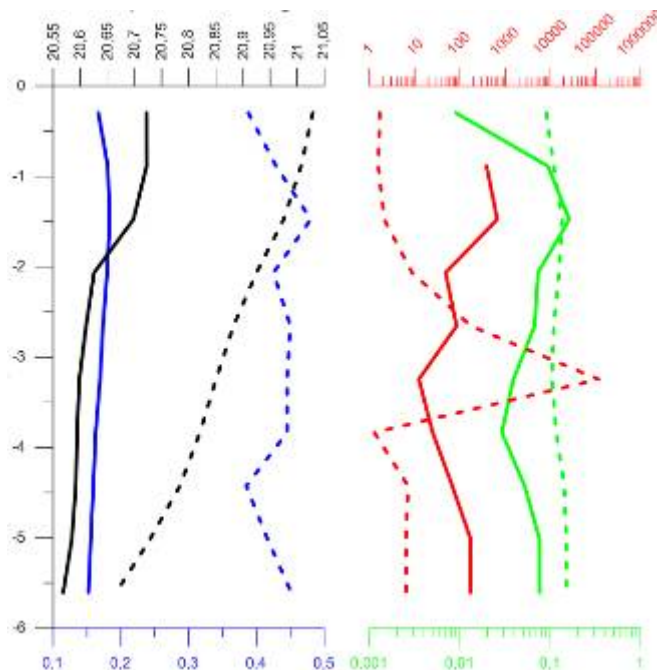


Рис. 2. Типичные профили температуры (слева, верхняя шкала), скорости течения (слева, нижняя шкала, м/с), числа Ричардсона  $Ri$  (справа, верхняя шкала) и частоты Брента  $N/2\pi$  (справа, нижняя шкала), при формировании суточного термоклина.

Регулярно повторявшимся эффектом оказалось формирование устойчивого плотностного расслоения из-за суточного прогрева, обеспечивавшего увеличение температуры менее чем на 1 °С. Это проявилось, в частности, в данных, представленным на рисунке 2.

#### **Обсуждение и выводы**

В результате гидрофизических исследований было установлено, что для Горьковского водохранилища в начале летнего сезона характерно наличие сезонного расслоения, когда верхний перемешанный слой составляет несколько метров. Анализ положения сезонного термоклина в Горьковском водохранилище дает следующие результаты. Сильный ветер и большая площадь зеркала способствуют тому, что в середине лета происходит полное перемешивание в части водохранилища глубиной менее 10 м. Однако это не означает, что температурное расслоение больше не возникает. Смена погоды приводит к тому, что при интенсивной солнечной радиации и слабом ветре в верхнем слое начинает формироваться суточный термоклин с перепадом температуры 0,2...1,0 °С. В этом случае расслоение оказывается устойчивым, потому что скачок температуры происходит в относительно тонком слое 0,5...1,0 м, а градиент скорости течения в озерной части водохранилища невелик.

Таким образом, натурные исследования, выполненные в озерной части Горьковского водохранилища, показали, что устойчивое расслоение, связанное с сезонным прогревом вод, существует начиная с мая. Основным механизмом его разрушения сильный ветер ведущий к полному перемешиванию вод от поверхности до дна. Выявлено ранее не отмечаемое исследователями наличие устойчивого плотностного расслоения вод в равнинном водохранилище в результате суточного прогрева. Оказалось, что для формирования слоистой структуры достаточно перепада температур от 0,2 до 1,0 °С. Расслоение сопровождается перестройкой видовой структуры водорослей, влияющей на качество вод.

#### 4.4 Исследование гидрооптических характеристик воды и ветрового волнения в Горьковском водохранилище

##### Исследование гидрооптических характеристик воды

Одним из методов, который применялся для регистрации параметров волнения, был метод видеосъемки взволнованной водной поверхности из-под воды с заданной глубины. Для правильной интерпретации получаемых результатов необходимо было измерить гидрооптические характеристики воды, и, в первую очередь, ее показатель ослабления. Для этого нами применялся диск Секки, который опускался на тросе в воду с противосолнечной стороны судна до тех пор, пока не исчезал из виду, с одновременной регистрацией этой глубины (рис.4.4.1). После этого он медленно поднимался обратно на борт и регистрировалась глубина его появления. По среднему значению глубины высчитывался показатель ослабления.



Рис. 1. Диск Секки, опускаемый с борта судна.

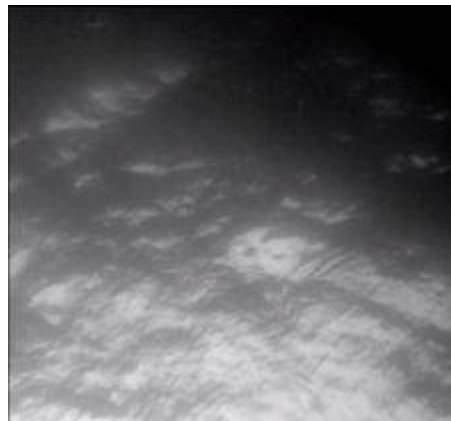
Подводные наблюдения поверхности проводились с помощью веб-камеры, которая размещалась в герметичном боксе, опускаемом в воду на штанге с борта судна. В ходе эксперимента регистрировались изображения подводной солнечной дорожки и круга Снеллиуса с различных глубин, при различных условиях освещения и ветровой обстановки. Обработка изображений подводной солнечной дорожки показала близость получаемых оценок дисперсии уклонов поверхности к ее оценкам по известной формуле Кокса-Манка на основе данных о скорости приводного ветра.

Зарегистрировано изменение структуры подводной солнечной дорожки под влиянием пленки поверхностно активного вещества. Получены видеозаписи во время дрейфа судна из зоны развитого волнения в зону волнения, «выглаженного» искусственной органической пленкой.



Рис. 4.4.2 Подводный бокс на штанге

В солнечной дорожке этот переход сопровождался сильным изменением числа и характерного размера видимых бликов. Эффекты сглаживания волнения проявлялись и в окрестности границы круга Снеллиуса за счет исчезновения мелкомасштабных контрастных структур, порождаемых гравитационно-капиллярными волнами (рис. 4.4.3а и рис. 4.4.3б).



а)



б)

Рис. 4.4.3. Изображения чистой поверхности (а) и поверхности, покрытой пленкой олеиновой кислоты (б) при средней скорости ветра 7м/с.

Развиваемые в ИПФ РАН новые методы регистрации ветрового волнения с использованием средств подводного видения оказываются весьма эффективными как для изучения характеристик ветровых волн, так и для решения экологических задач, включая диагностику загрязнений поверхности природных водоемов.

### Исследование волнения в Горьковском водохранилище

Для исследования волнения применялась Веха Фруда, которая оборудована 4 2-х компонентными у/з датчиками измерения скорости воздушного потока WindSonic размещенными на нескольких уровнях надводной части (мачты) станции. Дополнительно один датчик расположен на отдельном специальном поплавке, который соединен кабелем с самой вехой. Вместе с датчиками измерения скорости воздушного потока установлены датчики измерения температуры.

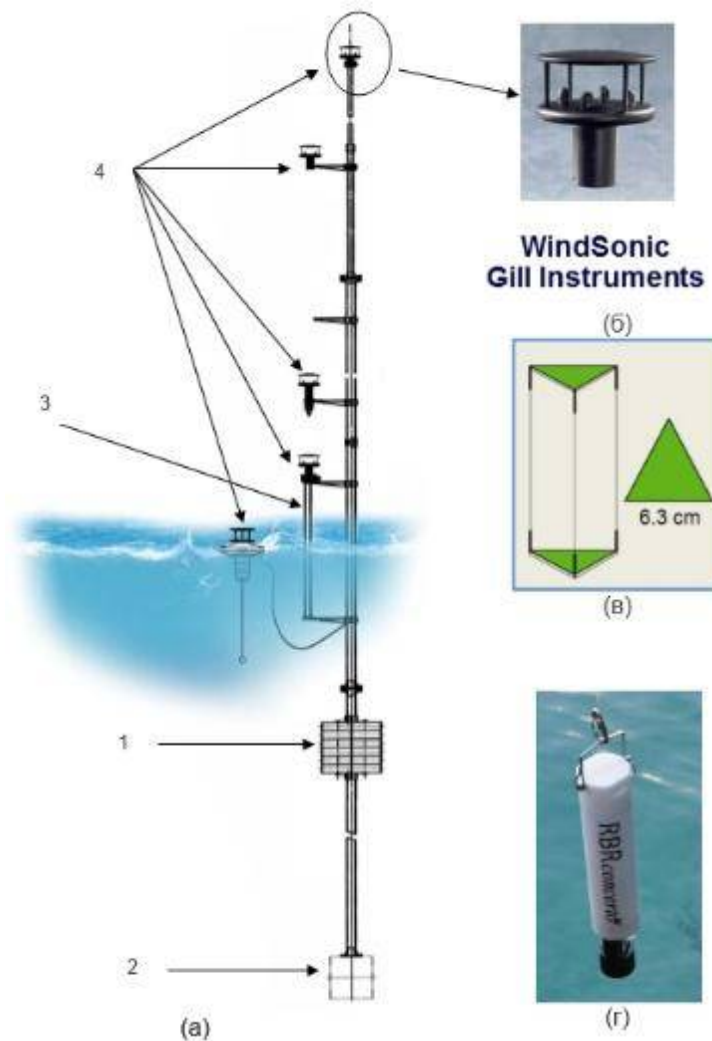


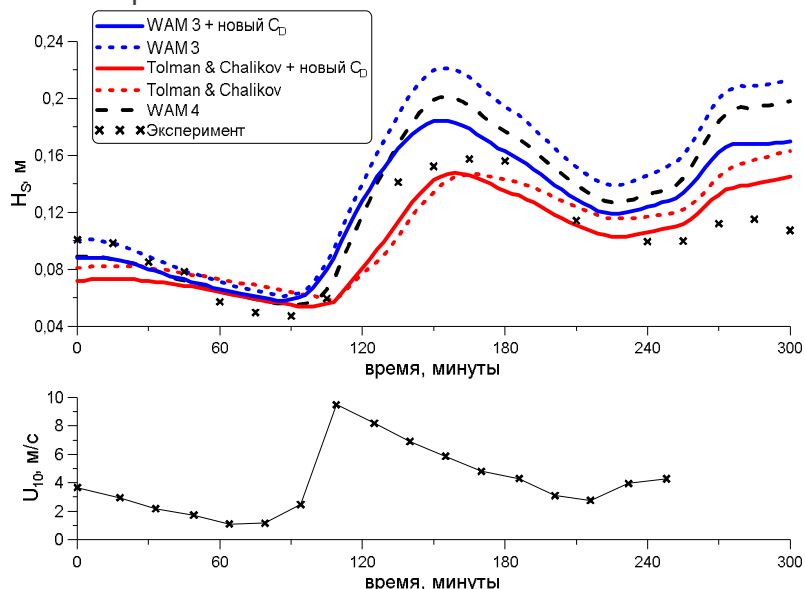
Рис.2.а) Автономная плавучая станция веха Фруда для измерения характеристик пограничного слоя атмосферы и гидросферы. Надводная часть 5 м. Подводная часть 6 м. 1) Поплавок 2) Груз-балансир 3) 2-х компонентные у/з измерители WindSonic вместе с датчиками температуры 4) Трехканальный струнный волнограф б) увеличено показан у/з датчик WindSonic в) увеличено показан трехканальный волнограф г) СТД профилограф RBR

Измерения проводились следующим образом. После достижения точки проведения измерений и постановки опытового судна «Беркут» на якорь, на воду была спущена автономная станция вежа Фруда для проведения измерений характеристик приводного слоя атмосферы (вертикального распределения скорости и температуры воздушного потока), и параметров волнения. Вежа Фруда была соединена с судном тросом длиной не менее 40 м. Данные с измерительных приборов вежи поступали по каналу WiFi на ПК установленные на судне и отображались в режиме реального времени. Эти измерения будут проводиться в течение 4-5 часов для накопления информации о ветро - волновом взаимодействии при изменении метеоусловий. После окончания работ в 1-ой точке вежа Фруда была поднята из воды и судно перешло в точку измерений 2. В этой точке проводились аналогичные измерения, но уже в течение меньшего времени. Их особенность заключается в том, что область измерения совпадала с областью измерений параметров волнения с помощью РЛ судового локатора СВЧ диапазона установленного на маяке. Подобные совместные измерения необходимы для развития методик получения данных о волнении с подобных приборов.

#### Полученные результаты

Получены записи скоростей воздушного потока на различных горизонтах и волнения с помощью вежи Фруда.

Произведено численное моделирование поверхностного волнения на акватории озерной части Горьковского водохранилища при помощи приспособленной к условиям внутренних водоемов средних размеров модели прогнозирования волнения третьего поколения WAVEWATCH III.



Верхний график: Значимая высота волны как функция времени - в натурном эксперименте и в численных моделях. X – натурный эксперимент в натурном эксперименте.

Нижний график: Запись скорости ветра

#### **4.5 Исследования переформирования берегов Горьковского водохранилища**

После создания водохранилища в зоне умеренного климата начинается формирование рельефа его берегов, сложенных дисперсными породами, преимущественно под воздействием абразии. Этот процесс вызывает необратимое изъятие из использования прибрежных территорий и создает угрозу береговой инфраструктуре. С целью обеспечения ее безопасности и в связи с постоянно растущей ценностью земли вдоль берегов водохранилищ оценка и последующее прогнозирование переформирования абразионных берегов является актуальной задачей.

Наблюдения за переработкой на локальных участках выполняется по створам, стационарно закрепленным на местности с помощью грунтовых реперов. Высотное и пространственное положение берег, надводного берегового уступа и прибрежной отмели с глубинами до 2,5 м измеряется при помощи электронного тахеометра SOKKIA SET 630 R (рис. 1), свал отмели измеряется при помощи гидрометрического промерного комплекса, установленного на маломерном судне (рис. 2). Комплекс объединяет в себе: акустический эхолот Navi-Sound 110 для измерения глубин, GNSS-приемник для координатной привязки измерений, портативную ЭВМ для увязки эхолота и GNSS-приемника, накопления и обработки данных (рис. 2).

Обработка полученных натуральных данных ведется в пакетах программ: Credo Dat, AutoCad, Topkon Tools. Результатом измерения является профиль берега, существующий на данный момент, который совмещается с профилями берега в том же створе, полученными ранее. На рис. 3 показан створ №4 ГМО, расположенный на левом берегу Горьковского водохранилища в 100 м ниже по течению от деревни Наговицыно.

Оценка потери площади земель вследствие абразии на протяженных участках берега выполняется методами аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) (рис. 4, 5).



Рис. 1. Съёмка надводной части берега электронным тахеометром SOKKIA SET 630 R



Рис. 2. Съёмка подводной части берега гидрометрическим промерным комплексом на базе маломерного судна

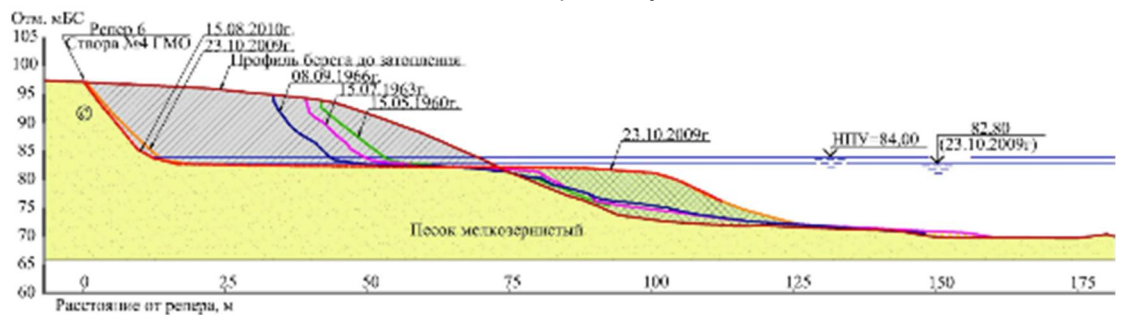


Рис. 3. Профиль створа №4 ГМО левого берега Горьковского водохранилища у д. Наговицино



Рис. 4. Мультироторный беспилотный летательный аппарат – гексакоптер



Рис. 5. Результаты съемки с беспилотного летательного аппарата

Используется мультироторный БПЛА — гексакоптер, с максимальной высотой подъема 400 м, на котором установлена цифровая фотокамера Canon 550d. Для ориентации БПЛА в пространстве и привязки фотоснимков он оборудован акселерометром, гироскопом, барометром и GPS приемником, объединенных в общую систему (Inertia Measurement Unit).

БПЛА управляется при помощи двух пультов, первый из них отвечает за передвижение самого БПЛА, второй за управление фотокамерой. Так же возможно управление в автоматическом режиме, задавая координаты точек полета, требуемую высоту, скорость движения и параметры съемки.

БПЛА позволяет проводить фотосъемку ландшафта, с последующим построением трехмерной модели местности, цифровой модели рельефа, ортофотоплана, топографических планов и карт (масштаба 1:500), а так же другой картографической продукции (рис. 6, 7).

Аэрофотоснимки полученные с помощью БПЛА накладываются на съемку, полученную ранее. Фиксируя на снимках различных лет положение бровки берегового обрыва, возможно определить площадь земель, теряемую в результате абразии.



Рис. 6. Результаты аэрофотосъемки участка левого берега Горьковского водохранилища у д. Вашуриха

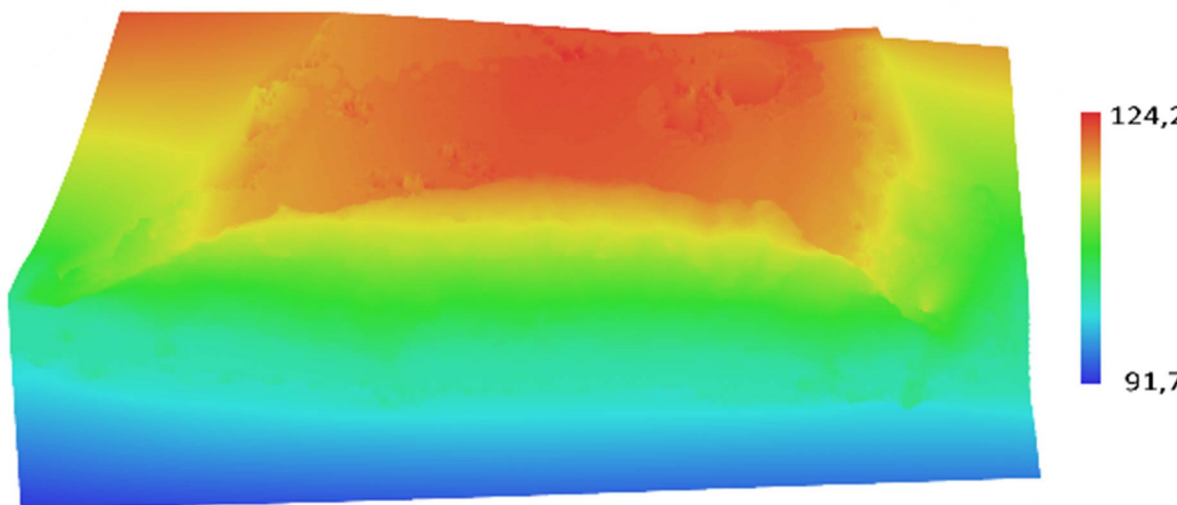


Рис. 7. Цифровая модель участка берега полученная по данным аэрофотосъемки с БПЛА

Данные съемки показывают, что отступление бровки берегового обрыва от НПУ за период эксплуатации водохранилища в створе №4 ГМО составило 72,5 м, а скорость отступления за последнее десятилетие 0,7 м/год. По другим створам озерной части Горьковского водохранилища переработка берега соста-

вила от 0,2 до 1,0 м/год. Общая площадь земель потерянных в результате абразии на участке протяженностью 2380 м от д. Вашуриха до д. Андроново, составляет более 16 га.

В целом на Горьковском водохранилище абразионные берега продолжают пребывать в III стадии развития: при становлении надводных береговых уступов и абразионно-аккумулятивных отмелей в береговой зоне начинают преобладать неволновые денудационные и аккумулятивные процессы. Средняя интенсивность линейной переработки таких берегов за период 1957 – 2010 гг. составила от 0,7 до 1,3 м/год, уменьшившись к 2009/2010 гг. до 0,2 – 1,0 м/год с приближением уклонов отмелей (в песках 0,01 – 0,04, в глинах 0,01 – 0,07) к волноустойчивым. Прогноз, выполненный учеными ННГАСУ с использованием разработанных энергетической и адаптивной математических моделей показал, что на предстоящее десятилетие можно ожидать переформирование абразионных берегов со средней интенсивностью 0,22 – 0,88 м/год и с риском потери земель в береговой зоне 12,6 – 50,4 га/год.

## Заклучение

«Плавучий университет Волжского бассейна» является новым научно-образовательным проектом, предложенным сообществом ведущих образовательных и научных организаций Российской Федерации.

Экспедиционные суда и наземные лаборатории, принимавшие участие в работе плавучего университета оснащены современными приборами и оборудованием для выполнения широкого спектра научных исследований.

Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна» позволила объединить вузовскую и академическую науку, придала учебному и исследовательскому процессу совершенно новую форму. Студенты и аспиранты принимают непосредственное участие в проводимых работах, а экспедиционная программа насыщена лекциями и практикумами ведущих российских ученых.

Разнообразие выполненных исследований и их результаты подтверждают эффективность «Плавучего университета Волжского бассейна» и как инновационного научного проекта, направленного на решение практических задач в сфере экологической безопасности, наблюдения за климатическими изменениями, мониторинга состояния окружающей среды, решения задач гидродинамики и гидротехники, оценки антропогенного воздействия на речные экосистемы.

Организаторы и участники «Плавучего университета Волжского бассейна» искренне благодарны всем представителям научно-образовательного сообщества, средствам массовой информации и органам власти за проявленный интерес к проекту! Надеемся, что работа «Плавучего университета Волжского бассейна» станет ежегодной!

