

## ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ МОРЯ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

О.П. Никитин<sup>1,2</sup>, А.А. Постнов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова Росгидромета,  
Россия, 119034, Москва, Кропоткинский пер, 6,

e-mail: [opnikitin@mail.ru](mailto:opnikitin@mail.ru)

<sup>2</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва,  
Нахимовский проспект, д. 36

Статья поступила в редакцию 28.03.2018, одобрена к печати 26.04.2018

Сообщается о проведенном 13–15 марта 2018 г. в Государственном океанографическом институте имени Н.Н. Зубова Росгидромета международном семинаре-симпозиуме «Измерения уровня моря в неблагоприятных условиях окружающей среды». На нем были заслушаны и рассмотрены в общей сложности 24 доклада, представленные экспертами в области уровня моря из 11 стран. В настоящей работе приводится ряд основных выводов и рекомендаций семинара. Более полные рекомендации, тезисы и презентации докладов участников размещены на сайте Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО <http://www.ioc-unesco.org/hostile-conditions-sea-level-workshop>.

**Ключевые слова:** уровень моря, измерения уровня моря, неблагоприятные условия, поплавковые, гидростатические, радарные, донные уровнемеры, успокоительные колодцы

По договоренности с Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО международный семинар-симпозиум «Измерения уровня моря в неблагоприятных условиях окружающей среды» состоялся в Москве, в Государственном океанографическом институте (ГОИН) имени Н.Н. Зубова Росгидромета 13–15 марта 2018 г. С российской стороны основными организаторами мероприятия были заместители директора ГОИН проф. В.М. Грузинов и А.А. Постнов, являющийся также вице-президентом МОК, и заведующий лабораторией ГОИН О.П. Никитин, являющийся также национальным координатором и представителем России в международном проекте ГЛОСС (Глобальная система наблюдений за уровнем моря). Большой вклад в организацию семинара и в подготовку заключительного документа внесли штатный сотрудник МОК ЮНЕСКО д-р Thorkild Aarup, а также проф. Philip Woodworth (Великобритания). Проведение семинара финансировалось совместно ГОИН и МОК ЮНЕСКО.

В работе семинара-симпозиума приняли участие эксперты в области уровня моря из 10 стран: Австралии, Великобритании, Германии, Канады, Норвегии,

России, США, Финляндии, Франции и Швеции. Эксперты из Дании приняли заочное участие в мероприятии, прислав два стендовых доклада. В общей сложности было представлено 19 устных и 5 стендовых докладов, в том числе 7 – российских авторов. Рабочими языками симпозиума были английский и русский языки, в связи с чем все три дня работали двое переводчиков-синхронистов. Презентации и тезисы докладов размещены на сайте МОК ЮНЕСКО и доступны соответственно по адресам <http://www.ioc-unesco.org/hostile-conditions-sea-level-workshop> и [http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21329](http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21329).

Основное внимание в докладах и обсуждениях было уделено проблемам измерения уровня моря в районах, которые могут находиться под неблагоприятным воздействием окружающей среды. К таким районам, в первую очередь, относятся прибрежные зоны морей, покрываемые льдом в холодное время года, что происходит почти во всех морях, примыкающих к России. Кроме того, в неблагоприятных условиях происходят измерения уровня морей на труднодоступных гидрометеорологических станциях (к которым относится почти половина из морских станций береговой сети Росгидромета), из-за проблем со снабжением, ремонтом отказавшего оборудования, энергообеспечением, связью и др. Серьезное негативное воздействие на береговые уровнемерные посты могут оказывать штормовые волны и ветры (вплоть до разрушения оборудования постов), а также обледенение. Трудно измерять уровень моря в районах с приливами большой амплитуды. При эксплуатации погружных уровнемеров приходится бороться с их биологическим обрастанием и коррозией.

Было отмечено сокращение наблюдательной сети в Арктике и, в особенности, вдоль побережья России и констатирована необходимость разработки плана реорганизации и переоснащения сети наблюдений за уровнем моря в Арктике.

В период семинара-симпозиума произошел обмен информацией и опытом измерений уровня моря в описанных выше условиях. В частности, были рассмотрены новые измерительные системы, технологии защиты приборов и методы устойчивой передачи данных наблюдений.

Было констатировано, что автоматические уровнемеры и в неблагоприятных условиях должны обеспечивать точность измерения уровня моря не хуже 1 см и обеспечивать непрерывность и однородность рядов наблюдений. Решение о переводе наблюдений на новую модель уровнемера в конкретном районе должно приниматься на основании предварительного тестирования, включающего параллельные измерения с помощью имеющегося и нового уровнемеров в течение как минимум одного года.

Обязательным требованием при эксплуатации автономных автоматических уровнемеров, которые можно устанавливать на длительный срок в труднодоступных и даже в безлюдных районах, должно являться проведение регламентных работ. Они состоят в проведении в полевых условиях краткосрочных параллельных контрольных измерений – сверок показаний автоматических уровнемеров с показаниями уровнемерной рейки; при необходимости корректировки нуля

уровнемера по результатам сверки; периодической послегарантийной (вплоть до ежегодной) проверки всех датчиков уровнемера по всему диапазону их измерений в стационарных условиях организации-производителя уровнемера (на основе договора о послегарантийном обслуживании уровнемера) и, наконец, периодической очистки измерителей от биоорганизмов и ржавчины.

Большое внимание было уделено обсуждению преимуществ и недостатков имеющихся технологий измерений уровня моря. Хотя в некоторых регионах со льдом (например, в Канаде и Антарктике) используются поплавковые уровнемеры в обогреваемых колодцах, их, по-видимому, в большинстве случаев будет труднее устанавливать и эксплуатировать в этих районах, чем альтернативные, гидростатические, уровнемеры. Стоимость установки автономного гидростатического уровнемера на открытом воздухе может оказаться примерно в 30 раз дешевле стоимости сооружения массивного бетонного обогреваемого успокоительного колодца с павильоном над ним и подводящей демпфирующей трубой, находящейся частично в земле у основания колодца и частично в морской воде. Несколько участников семинара-симпозиума сообщили об использовании ими в полярных районах радиолокационных уровнемеров (широко применяемых в последнее время в мировой практике для измерений уровня незамерзающих морей). При этом было отмечено, что для подверженных воздействию льда морей необходимо проведение дополнительных исследований и/или выработка новых технологических решений. Была принята к сведению разработанная в ГОИН конструкция колодца мареографа для установки в нем уровнемеров лазерного типа, обеспечивающая исключение образования туманов.

Было далее подчеркнуто, что не существует единого подхода/технического решения (в части датчиков, электропитания, передачи данных и т. п.), который был бы применим во всех местах и противодействовал бы всем видам внешних неблагоприятных воздействий. При проектировании каждой станции необходимо выбирать подходящие технологии с учетом положительных и отрицательных свойств каждой из них.

Было признано, что оценка стоимости установки станции должна основываться на четко определенных требованиях пользователей (включая возможные затраты при потере данных в кризисной ситуации) и на балансе между первоначальными инвестициями и долгосрочными эксплуатационными расходами. Основной вклад в суммарную (за весь период эксплуатации) стоимость уровнемерной станции вносит стоимость стальных и бетонных конструкций, инфраструктуры и обслуживания. Если стальные конструкции и инфраструктура мало подвержены старению и рассчитаны на длительную эксплуатацию, инвестиции амортизируются в течение значительного периода времени. Многократная замена недорогой станции может оказаться дешевле в долгосрочной перспективе, чем попытка спроектировать станцию для экстремальных условий.

При выборе места установки измерителей уровня моря, а также при их дальнейшей эксплуатации необходимо следовать рекомендациям, содержащимся в

руководствах МОК (IOC Manuals and Guides, 1985, 1994, 2002, 2006 и 2016). При этом по возможности следует выбирать место расположения и конструкцию измерителя уровня моря таким образом, чтобы предотвратить возможность их повреждения при проведении в гавани строительных и дноуглубительных работ, а также избегать мест, подверженных воздействию швартующихся и проходящих судов.

В отдаленных районах рекомендуется предусматривать наличие резервного оборудования: резервных источников питания, использование различных видов энергии (например, аккумуляторов, электросети, солнечной энергии, ветра) вместе с резервными средствами связи. Необходимо иметь на уровнемерных станциях несколько измерительных датчиков и способствовать использованию различных технологий. В случаях, когда датчики предназначены для мониторинга цунами и крупных штормовых нагонов, целесообразно устанавливать их максимально высоко над уровнем моря.

Полный текст выводов и рекомендаций, выработанных участниками семинара-симпозиума, размещен на сайте МОК ЮНЕСКО по адресу [http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21507](http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21507).

Выводы и рекомендации предыдущих семинаров по измерениям уровня моря в неблагоприятных условиях окружающей среды изложены в отчетах МОК (IOC Workshop Report, 1988 и IOC Workshop Report, 1990). На рис. 1 и 2 приведены фотографии участников семинара-симпозиума.



Рис. 1. Групповая фотография участников семинара-симпозиума в ГОИН 13–15.03.2018.



Рис. 2. В работе семинара принимали участие также переводчики-синхронисты.

### Литература

- Manual on Sea Level Measurement and Interpretation. Vol I, II, III, IV and V // *IOC Manuals and Guides*. – 1985, 1994, 2002, 2006, 2016. – No. 14.
- Workshop on Sea-Level Measurements in Hostile Conditions // *IOC Workshop Report* – No. 54: Summary report and submitted papers. Bidston. UK. 28–31 March 1988.
- Workshop on Sea-Level Measurements in Antarctica // *IOC Workshop Report*. – No. 69 and No. 69: Supplement. Leningrad. USSR. 28–31 May 1990.

## SEA-LEVEL MEASUREMENTS IN HOSTILE CONDITIONS

O.P. Nikitin<sup>1,2</sup>, A.A. Postnov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*N.N. Zubov's State Oceanographic Institute of Roshydromet  
Kropotkinsky per. 6, 119034, Moscow, e-mail: [opnikitin@mail.ru](mailto:opnikitin@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,  
36 Nahimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,*

Submitted 28.03.2018, accepted 26.04.2018

An international workshop on sea-level measurements in hostile conditions was held 13–15 March 2018 at the N.N. Zubov State Oceanographic Institute (SOI) of Roshydromet, Moscow, Russian Federation. Experts from 11 countries (Australia, Canada, Denmark, Finland, France, Germany, Norway, Russian Federation, Sweden, United Kingdom, and USA) presented to the workshop a total of 24 presentations. They are available from <http://www.ioc-unesco.org/hostile-conditions-sea-level-workshop>. The presentations and discussions at the workshop focused on problems of sea level measurements in regions exposed to several different kinds of adverse environmental impact. Such regions primarily include the coastal zones of the polar regions, as well as the seas covered with ice during winter. The workshop addressed the impacts of extreme events, such major storms and high wave conditions. The workshop also discussed new measurement systems and instrument protection technologies, together with methods for sustainable transmission of observational data. Recommendations of the workshop at SOI are available from [http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21507](http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21507).

**Keywords:** sea level, sea-level measurements, hostile conditions, float, hydrostatic, radar, bottom tide gauges, stilling wells

### References

- Manual on Sea Level Measurement and Interpretation. Vol I, II, III, IV and V. IOC Manuals and Guides No. 14. 1985, 1994, 2002, 2006, 2016.
- Workshop on sea-level measurements in hostile conditions. IOC Workshop Report, No. 54, Summary report and submitted papers, Bidston, UK, 28–31 March 1988.
- Workshop on Sea-Level Measurements in Antarctica. IOC Workshop Report, No. 69 and No. 69, Supplement, Leningrad, USSR, 28–31 May 1990.