

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет заочного обучения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ»

Специальность: 073300 – Океанология

Курс III

*Подлежит возврату
на факультет заочного обучения*



Санкт-Петербург
2012

Рекомендованы Ученым Советом океанологического факультета

УДК 551.46

Методические указания по дисциплине “Метрология, стандартизация, сертификация” Специальность: 073300 – Океанология. Для высших учебных заведений. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2011. – 16 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины “Метрология, стандартизация, сертификация”. Даются рекомендации по изучению дисциплины. Приводятся вопросы для самопроверки, рекомендуемая литература, контрольная работа.

Составители: И.А. Степанюк, профессор кафедры океанологии Российского государственного гидрометеорологического университета, А.В. Зимин, доцент кафедры океанологии Российского государственного гидрометеорологического университета.

Ответственный редактор: В.А. Царев, зав. кафедрой океанологии Российского государственного гидрометеорологического университета.

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2012.

© И.А. Степанюк, А.В. Зимин, 2012.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В данной дисциплине рассматриваются вопросы метрологических свойств средств и методов океанологических измерений, их стандартизации и сертификации.

В соответствии с программой эта часть делится на несколько разделов:

- общие вопросы метрологического обеспечения океанологических измерений;
- точностные характеристики океанологических средств измерений и их нормирование;
- методики выполнения океанологических измерений;
- стандартизация отчетных материалов по НИР,
- сертификация океанологических средств измерений.

В процессе изучения дисциплины студент ФЗО должен выполнить одну контрольную работу и пять лабораторных работ. В контрольной работе необходимо дать развернутые ответы на теоретические вопросы и выполнить соответствующие лабораторные задания. Контрольная работа и отчеты по лабораторным работам отсылаются в университет до начала экзаменационной сессии.

При сдаче экзамена по дисциплине студенты должны представить зачетную контрольную работу совместно с выполненными лабораторными заданиями.

Перед началом изучения дисциплины необходимо ознакомиться с программой. Изучение разделов курса необходимо начинать с теоретических вопросов. Приступать к лабораторным работам следует лишь после того, как подготовлены ответы на предлагаемые здесь вопросы к контрольной работе. Кроме того, в каждой из выполняемых лабораторных работ требуется самостоятельный вывод расчетных формул, независимо от того, что эти конечные формулы уже приведены в описании. Подробный вывод формул должен быть включен в текстовую часть каждой лабораторной работы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. *Селиванов М.Н., Фридман А.Э., Кудряшова Ж.Ф.* Качество измерений. Метрологическая справочная книга.—Л.: Лениздат, 1987. — 295 с.
2. *Степанюк И.А.* Информационно-измерительные системы в океанологии. Руководство к лабораторным работам. — СПб.: Изд. РГГМУ, 1998.— 90 с.
3. *Степанюк И.А.* Океанологические измерительные преобразователи.— Л.: Гидрометеоиздат, 1986.— 272 с.
4. ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.— М.: Изд-во стандартов, 1984.— 53 с.

Дополнительная литература:

5. *Левашов Д.Е.* Техника экспедиционных исследований: Инструментальные методы и технические средства оценки промыслово-значимых факторов среды. - М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 500 с.
6. ГОСТ 18458-84. Приборы, оборудование и плавсредства наблюдений в океанах и морях.— М.: Изд-во стандартов, 1984. – 9 с.
7. ГОСТ 8.009-84. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.— М: Изд-во стандартов, 1985.— 38 с.
8. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М. : Изд-во стандартов ; Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 15 с.
9. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 48 с.
10. *Степанюк И.А.* Особенности реакций биологических и физико-химических систем на внешние факторы.— СПб.: Изд-во РГГМУ, 2004. – 98 с.
11. *Нелено Б.А., Смирнов Г.В., Шадрин А.Б.* Интегрированные системы для гидрофизических исследований. – Л.: Гидрометеиздат, 1990.— 239 с.
12. *Ястребов В.С.* Методы и технические средства океанологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1986.— 274 с.

УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ

Введение

Здесь следует ознакомиться с предметом и задачами данной дисциплины, ее местом и ролью среди других изучаемых дисциплин.

Литература: /2/, с. 4-5, /3/, с.3-4.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте основные задачи изучения дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация»
2. Охарактеризуйте тенденции развития океанологических измерительных систем.

Общие вопросы метрологического обеспечения океанологических измерений

При изучении раздела необходимо внимательно ознакомиться с применяемыми в измерительной технике стандартными понятиями. Поэтому

здесь так важно узнать о существовании государственных стандартов в области измерений, в том числе - океанологических измерений. Эти стандарты существуют не только как технические, устанавливающие требования применения средств измерений, но также как терминологические. Применение в различных научно-технических отчетах, например, в отчетах по экспедиционным работам, правильных терминов в соответствии с ГОСТами является обязательным.

Специалист-океанолог должен уметь четко различать столь специфические термины как *принцип измерений, средство измерений и метод измерений*. Без этого понимания невозможно дальнейшее полноценное изучение данной дисциплины.

Необходимо разобраться с тем, какие именно методы и средства измерений применяются в океанологии, т.е. уяснить сущность понятий: контактные, контактно-интегральные и неконтактные методы

Очень важно уяснить, что следует относить к понятию: *средство измерений*. Надо определить, какие именно средства измерений используются в океанологии и какие черты свойственны таким видам средств измерений как *измерительный прибор, измерительная установка и измерительная система*.

Также необходимо твердо усвоить, какими именно параметрами и свойствами характеризуются океанологические средства измерений.

Литература: /1/, с.20-50, /3/, с.5-7, /4/, с. 7-19.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте понятия: принцип измерений, средство измерений и метод измерений. Приведите примеры применяемых принципов, средств и методов при океанологических измерениях.
2. Вспомните некоторые изучавшиеся ранее океанологические средства измерений и определите, к какому именно виду средств измерений они относятся (*прибор, установка, система*).
3. Дайте определение понятиям измерительных преобразователей: первичного, промежуточного, передающего и масштабного. Приведите конкретные примеры таких преобразователей.
4. Составьте схему взаимосвязей между основными узлами океанологической измерительной системы на любом примере из ранее изучавшихся дисциплин.
5. Охарактеризуйте в целом, что представляют собой параметры и свойства средств измерений.
6. Объясните различия между *диапазоном показаний* и *диапазоном измерений*.
7. В каких формах может быть выражена *функция преобразования*?
8. Приведите примеры *влияющей физической величины*.
9. Приведите примеры *нормальных условий* применения средств измерений.

Точностные характеристики океанологических средств измерений и их нормирование

В этом разделе изучаются виды и формы представления погрешностей средств и методов измерений. При изучении этих характеристик необходимо в первую очередь уяснить для себя, чем отличаются погрешности средств измерений от погрешностей методов. Кроме того, следует научиться четко разделять *виды* погрешностей и *формы представления* погрешностей.

Весьма важными в метрологии являются такие понятия как *систематическая* и *случайная* погрешности. Для студентов часто представляет трудность понимание того, почему систематическую погрешность представляют интервальным значением, т.е. как случайную величину с соответствующими законом распределения. При изучении раздела необходимо на это обратить особое внимание, ознакомившись с понятием *неисключенных остатков* систематических погрешностей.

Для специалиста-океанолога важно также хорошо разбираться в формах представления погрешностей. Дело в том, что различные фирмы, производящие океанологические средства измерений, могут применять различные формы представления погрешностей в своих рекламных материалах, иногда специально используя малораспространенные формы, например, *точность*. На это здесь обращено особое внимание, поскольку термин *точность* в привычном для многих смысле считается как бы синонимом погрешности, хотя это принципиально неверно. Поэтому, встретившись в рекламных материалах со значением точности, например, равным 2000, специалист не должен удивляться.

Особенно важными при океанологических измерениях являются динамические погрешности. При их изучении следует иметь в виду, что сами по себе динамические погрешности являются принципиально переменными и не могут выражаться как другие виды погрешностей посредством некоторых интервальных оценок. Динамические свойства принято рассматривать лишь с помощью так называемых передаточных функций, являющихся комплексными функциями частоты. Обычно учитывается влияние таких функций на некоторые обобщенные характеристик получаемой информации, например, на функцию спектральной плотности исследуемой временной изменчивости физической величины.

Студентам необходимо уяснить принципиальные различия между динамическими свойствами систем 1-го, 2-го и высших порядков, уметь самостоятельно анализировать эти свойства и учитывать влияние динамических свойств средств измерений на свойства получаемой измерительной океанологической информации.

Большое значение имеют нелинейные динамические свойства, в частности, характерные для тахометрических средств измерений морских течений. Эти не-

линейные свойства проявляются в полной мере при измерении характеристик дрейфовых течений в приповерхностном слое моря в условиях волнения.

Поскольку динамические свойства средств измерений обуславливают искажения получаемой информации, то необходимо особое внимание обратить на возможности коррекции этих свойств. Одним из наиболее простых и эффективных методов является расчетный. При его изучении следует обратить внимание на приемы коррекции при обработке результатов вертикального зондирования.

Аналоговые методы коррекции динамических свойств целесообразно изучать на примере средств измерений температуры морской воды. Здесь полезно самостоятельно выполнить математические выводы, чтобы понять, каким образом обеспечивается не конструктивное, а электронное уменьшение постоянной времени первичных преобразователей температуры. После этого сравнительно легко усваивается последующий материал о режимах “недокоррекции” и “перекоррекции”.

Особое значение при эксплуатации океанологических средств измерений имеет надежное метрологическое обеспечение. Этому посвящены заключительные вопросы программы данного раздела. При их изучении необходимо, в первую очередь, ознакомиться с тем, что именно подлежит определению при метрологических аттестациях. После этого целесообразно внимательно изучить методики аттестации и методики обработки результатов при аттестациях. Это изучение сопровождается обязательным выполнением практических расчетов в рамках лабораторной работы.

Методы метрологических испытаний средств измерений в динамическом режиме также изучаются не только теоретически, но и практически. Здесь необходимо освоить технологии производства таких испытаний и на практике ознакомиться с приемами обработки результатов с получением параметров передаточной функции.

Литература: /1/, с.190-246; /2/, с. 6-27; /3/, с.8-14.

Вопросы для самопроверки

1. Постройте самостоятельно схему взаимосвязей различных видов погрешностей, начав с некоторой общей погрешности, которая, в свою очередь, делится на *основную и дополнительную* и т.д.
2. Укажите семь стандартных видов аппроксимации законов распределения погрешностей.
3. Охарактеризуйте пять основных форм представления погрешности.
4. Получите самостоятельно математические взаимосвязи между основными формами представления погрешности.
5. Путем решения дифференциального уравнения, характеризующего свойства динамического звена 1-го порядка, найдите выражение для передаточной функции звена.

6. Найдите самостоятельно выражение для амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) динамического звена 1-го порядка.
7. Найдите выражения для передаточной функции и амплитудно-частотной характеристики динамических систем 2-го порядка. Оцените возможность формирования резонансных свойств.
8. Поясните особенности АЧХ систем n -го порядка.
9. Сформулируйте основные принципы коррекции динамических свойств средств измерений при обработке данных вертикального зондирования.
10. Опишите краткую сущность аналогового метода коррекции динамических свойств на примере измерителей температуры морской воды.
11. Какие искажения информации возможны при неправильно применяемых методах коррекции динамических свойств?
12. Опишите вкратце методические приемы определения метрологических свойств океанологических средств измерений в статическом режиме.
13. Поясните, каким образом устраняются из результатов испытаний *грубые погрешности (промахи)*.
14. Дайте примеры технологий метрологических испытаний средств измерений в динамическом режиме.
15. Поясните, каким образом по результатам испытаний в динамическом режиме определяются *постоянная времени и передаточная функция*.

Методики выполнения океанологических измерений

В этом разделе рассматриваются метрологические особенности океанологических средств измерений, связанные со спецификой их использования в натуральных условиях. Из-за этой специфики в получаемых данных формируются различные дополнительные искажения, т.е. возникают погрешности, которые следует рассматривать не как погрешности средств измерений, а как *погрешности методов измерений*.

Прежде чем приступать к изучению метрологических особенностей, следует ознакомиться с общими требованиями по составлению методик измерений в соответствии с принятыми ГОСТами. Дело в том, что именно в методиках, которые должны разрабатываться применительно к поставленным экспедиционным задачам, необходимо учитывать возможные *погрешности методов* и обеспечивать минимум этих погрешностей в получаемой информации.

Одним из важнейших влияющих факторов при измерениях в натуральных условиях, а тем самым - при измерениях меняющихся во времени физических величин, является нелинейность функции преобразования средств измерений. При изучении влияния этого фактора следует четко для себя определить, почему нелинейность формирует некоторые дополнительные

погрешности, т.е. *проявляет себя*, только при реализации натуральных методов измерений, а например в статическом режиме в лабораторных условиях ее можно не учитывать.

Еще одним важнейшим фактором, формирующим специфические погрешности, является дискретность измерений. В натуральных условиях практически невозможно обеспечивать выполнение непрерывных измерений, тем самым пренебрегать фактором дискретности нецелесообразно при использовании любых методов. При освоении материала здесь следует обратить особое внимание на то, как погрешность дискретизации формирует искажения функции спектральной плотности.

Несомненно, представляет большой интерес для практического использования метод коррекции погрешности дискретизации путем оптимального согласования дискретности и динамических свойств средств измерений. На него следует обратить пристальное внимание и понять основополагающие принципы такой коррекции. Освоив принципы, можно развивать метод в любом перспективном направлении.

Особый интерес в последнее время представляют методики тонкоструктурного зондирования. Здесь возникает ряд специфических искажений информации, связанных с поведением носителя зондирующей системы, в частности, с качкой исследовательского судна. Следует внимательно ознакомиться с тем, как именно возникают искажения и какие существуют приемы оценок возникающих погрешностей.

Литература: /1/, с.174-179; /2/, с. 14-26; /3/, с. 28-46.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните, каким образом за счет нелинейности функции преобразования возникают дополнительные статические и динамические погрешности. За счет чего при этом возникают спектральные искажения?
2. В чем состоят особенности применения критерия Котельникова при океанологических измерениях?
3. Как возникает эффект “иллюзии дискретизации” (“перепутывание частот”)?
4. Определите сущность понятия “погрешность дискретизации”.
5. Выполните самостоятельные оценки погрешности дискретизации на “частоте Котельникова”.
6. Поясните, каким образом становится возможным скорректировать влияние дискретизации за счет использования динамических свойств средств измерений.
7. Самостоятельно преобразуйте дифференциальное уравнение динамического звена 1-го порядка для условий вертикального зондирования. Покажите, каким будет характер искажений вертикального профиля за счет динамических свойств зонда.

8. Как влияет качка судна на характеристики вертикального профиля при тонкоструктурном зондировании?
9. Каким образом оценивается погрешность влияния качки при зондировании?

Стандартизация отчетных материалов по НИР

В этом разделе рассматриваются требования к форме и специфика представления результатов океанологических измерений.

Прежде чем приступить к изучению раздела требуется вспомнить океанологические приборы, методы измерений и первичной обработки результатов измерений. На основании этих знаний, специалист-океанолог должен уметь, сформулировать принципы решения поставленной перед ним в рамках НИР измерительной задачи. Они должны включать:

- выбор метода и средств измерений, вспомогательных и других технических средств;
- установление последовательности и содержания операций при подготовке и выполнении измерений, обработке промежуточных результатов и вычислений окончательных результатов измерений;
- организацию и проведение эксперимента.

Полученные результаты НИР должны быть представлены согласно ГОСТу «Отчет о научно-исследовательской работе», который устанавливает общие требования к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов, а также правила для тех случаев, когда единая процедура оформления будет содействовать обмену информацией, совершенствуя обработку отчета в информационной системе. Специалист-океанолог должен уметь использовать индексы универсальной десятичной классификации (УДК), формировать перечень ключевых слов и оформлять ссылки на используемые литературные источники по ГОСТу «Библиографическое описание документа».

Вопросы для самопроверки

1. Что такое измерительная задача?
2. Какие средства измерений и вспомогательные устройства требуются для решения задачи измерения профиля температуры воды на дрейфующей ледовой станции и почему?
3. Назовите структурные элементы отчета по НИР?
4. Что включает перечень ключевых слов?
5. Что такое библиографическое описание?

Сертификация океанологических средств измерений

Участники деятельности гидрометеорологической службы обязаны соблюдать законодательство Российской Федерации о стандартизации,

сертификации продукции и услуг, об обеспечении единства измерений, при проведении наблюдений за состоянием окружающей природной среды, ее загрязнением при сборе, обработке, хранении и распространении этой информации. В соответствии с законом Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» все используемые средства измерения должны иметь сертификат и периодически проходить государственную поверку. Сертификация средств измерения является необходимым условием для получения данных о состоянии тех или иных параметров океанской среды и возможности их сравнения и использования.

Сертификация океанологических средств измерений ГОСТу «Метрологическое обеспечение. Основные положения», ГОСТу «Порядок утверждения, хранения и применения эталонов и образцовых средств измерений» и ГОСТ «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».

Вопросы для самопроверки

1. Что такое аттестация методик (методов) измерений?
2. Что такое технические требования к средствам измерений?
3. Как часто должна производиться поверка океанологических средства измерения?
4. Для чего предназначен и из каких разделов состоит Государственный реестр средств измерений?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

По дисциплине выполняется контрольная работа:

Контрольная работа. Метрологические свойства океанологических информационно-измерительных систем.

Это названия контрольной работы соответствуют программе.

Выполнение студентами ФЗО контрольных работ производится по типичной форме. Каждая работа разбивается на две части: теоретическую, где необходимо ответить на некоторые вопросы, и практическую, в которой выполняются расчеты по индивидуальным заданиям. Контрольные работы следует высылать на проверку, как по отдельности, так и все вместе. Крайне нежелательно откладывать их проверку, а особенно - их выполнение, до периода сессии.

Контрольная работа

Выполняется после изучения разделов: *общие вопросы океанологических измерений, точностные характеристики океанологических средств измерений и их нормирование и методики выполнения океанологических измерений, стандартизация отчетных материалов о НИР.*

Теоретические вопросы

1. К какому виду средств измерений (*измерительный прибор, измерительная установка, измерительная система, вспомогательное средство измерений и т.д.*) относятся:

- автономный цифровой измеритель АЦИТТ;
- гидрофизические зонды;
- ростатический самописец уровня моря ГМ-28;
- вертушка буквопечатающая типа БПВ-2;
- буй океанографический ГМ-46;
- батитермограф ГМ-9-111?

Конструкции этих устройств изучались в учебном курсе “Методы и средства гидрометеорологических измерений” (ранее – “Морская гидрометрия”).

2. Считаются ли “средством измерений” первичные измерительные преобразователи? Обоснуйте ответ на вопрос.

3. Какими тремя основными формами может быть выражена функция преобразования?

4. Сформируйте в виде некоторой условной схемы взаимосвязи между видами погрешностей измерений.

5. Определите наилучший по качеству, т.е. обладающий минимальной погрешностью, океанографический термозонд при следующих (указанных в рекламном проспекте) данных:

- диапазон измерений 0-30 °С; абсолютная погрешность $\pm 0,03$ К;
- диапазон измерений 0-20 °С; класс точности 0,2;
- диапазон измерений 0-30 °С; точность 2000.

6. Насколько искажается амплитудное значение выходного сигнала на частоте ω , равной обратному значению постоянной времени?

7. Каковы ожидаемые за счет дискретизации искажения значения спектральной плотности изучаемого океанографического процесса на частоте $f_k = (2\Delta\tau)^{-1}$, где $\Delta\tau$ - дискретность измерений?

8. К каким искажениям информации приводит влияние качки судна при проведении тонкоструктурного зондирования?

9. Расшифруйте индексы УДК

- 551.46.01 ;
- 551.468.2 ;
- 599.5 + 551.46.07 ;
- 551.468 ;
- 551.48:591.524. 11 .

Практическая часть

В практической части работы выполняются пять лабораторных заданий из части 1 руководства /2/. Исходные данные для работ даны в описаниях этих работ. Студент выбирает вариант задания, номер которого совпадает с последней цифрой номера зачетной книжки.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Оценка основной погрешности средств измерений по результатам испытаний.
2	2	Метрологическая оценка динамических свойств океанологических измерительных преобразователей
3	3	Оценка искажений спектра при дискретизации измерений.
4	3	Коррекция погрешности дискретизации путем использования динамических свойств ОИП
5	3	Оценка полосы методических погрешностей при тонкоструктурном зондировании в условиях качки судна

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	3
ЛИТЕРАТУРА	3
УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ	4
Введение	4
Общие вопросы метрологического обеспечения океанологических измерений	4
Точностные характеристики океанологических средств измерений и их нормирование	6
Методики выполнения океанологических измерений	8
Стандартизация отчетных материалов по НИР	10
Сертификация океанологических средств измерений	10
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	11

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ»

Составители: *Степанюк Иван Антонович, Зимин Алексей Вадимович*

Редактор: *Максимова Ирина Георгиевна*

ЛР № 020309 от 30.12.96.

Подписано в печать 10.01.12. Формат 60x90 1/16. Гарнитура Newton.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Зак. №52

РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.

Отпечатано в ЦОП РГГМУ
