



Федеральное агентство по рыболовству  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю  
Заместитель начальника колледжа  
по учебно-методической работе  
А.И. Колесниченко

**ПМ.01 Контроль водных биологических ресурсов и среды их обитания**

**МДК. 01.02 Основы гидрологии**

Методическое пособие для выполнения практических занятий  
по специальности

**35.02.09 Водные биоресурсы и аквакультура**

**МО – 35 02 09 – ПМ.01.МДК.01.02.ПЗ**

РАЗРАБОТЧИК

Гончаренок О.Е.

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Судьбина Н.А.

ГОД РАЗРАБОТКИ

2024

ГОД ОБНОВЛЕНИЯ

2025

|                                |                            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |        |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.2/36 |

## Содержание

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перечень практических занятий .....                                                                                                                                                      | 3  |
| Практическое занятие 1. Знакомство с приборами и способами измерения температуры и относительной влажности воздуха. ....                                                                 | 6  |
| Практическое занятие 2. Знакомство с приборами и способами измерения атмосферного давления, скорости и направления ветра; изучение шкалы Бофорта, принципа составления розы ветров. .... | 10 |
| Практическое занятие № 3. Построение батиметрического плана (схемы) озера .....                                                                                                          | 13 |
| Практическое занятие № 4. Вычисление основных морфометрических характеристик озера .....                                                                                                 | 16 |
| Практическое занятие № 5. Знакомство с приборами и способами измерения расхода воды в водотоке. Расчет расхода воды в реке, часового объема и модуля стока.....                          | 22 |
| Практическое занятие № 6. Приборы для взятия проб донных отложений. Расчеты по определению твердого стока, стока наносов и модуля твердого стока.....                                    | 26 |

### Перечень практических занятий

| № п/п                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Наименование лабораторных работ                                                                                                                                                     | Кол-во часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Раздел 1. Основные понятия метеорологии и климатологии, взаимосвязанность атмосферы и гидросферы. Тема 1. Основы метеорологии. Географическая оболочка Земли. Система "атмосфера - гидросфера - биосфера". Температура воздуха, ее распределение по поверхности Земли. Влага в атмосфере. Атмосферные осадки. Тема 2. Основы климатологии. Воздушные массы и их классификация. Понятие погоды и климата. Значение метеорологических наблюдений и сведений о климатических условиях в рыбохозяйственной практике.</b> |                                                                                                                                                                                     |              |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Практическое занятие 1. Знакомство с приборами и способами измерения температуры и относительной влажности воздуха.                                                                 | 2            |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Практическое занятие 2. Знакомство с приборами и способами измерения атмосферного давления, скорости и направления ветра; изучение шкалы Бофорта, принципа составления розы ветров. | 2            |
| <b>Раздел 2. Общая гидрология</b><br><b>Изучение водных объектов суши и Мирового океана. Гидросфера; ее строение и состав. Роль воды в физико-географических и биологических процессах.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                     |              |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Практическое занятие № 3. Построение батиметрического плана (схемы) озера                                                                                                           | 4            |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Практическое занятие № 4. Вычисление основных морфометрических характеристик озера                                                                                                  | 4            |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Практическое занятие № 5. Знакомство с приборами и способами измерения расхода воды в водотоке. Расчет расхода воды в реке, часового объема и модуля стока.                         | 2            |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Практическое занятие № 6. Приборы для взятия проб донных отложений. Расчеты по определению твердого стока, стока наносов и модуля твердого стока                                    | 2            |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                     | 16           |

|                                |                            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |        |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.4/36 |

## ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие разработано для специальности 35.02.09 Водные биоресурсы и аквакультура МДК 01.02 Основы гидрологии, входящей в ПМ.01.

Целью проведения практических занятий является закрепление теоретических знаний, отработка приемов и приобретение необходимых навыков рабочей профессии. Практические занятия направлены на стимулирование познавательного интереса обучающихся и ориентированы на будущую профессиональную деятельность.

Перед проведением практических занятий обучающиеся обязаны проработать соответствующий материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель – проверить их знания и готовность к выполнению работы в ходе опроса, провести инструктаж по технике безопасности.

Практические занятия выполняются на площадке технических средств рыболовства, аквакультуры и марикультуры. Занятия выполняются учащимися индивидуально или в малых группах. Перед выполнением первого практического занятия проводится вводный инструктаж по технике безопасности для учащихся об общих правилах работы и поведения в лаборатории. Отметка о проведении вводного инструктажа по технике безопасности делается в специальном журнале под роспись учащихся.

Для практических занятий каждый студент должен иметь отдельную тетрадь, в которой оформляет материалы в соответствии с требованиями. Записи делаются лаконично и аккуратно, таблицы, графики и рисунки – карандашом. В конце практического занятия обучающийся должен сделать заключение (вывод).

После каждого практического занятия проводится зачет. На зачете обучающийся должен: знать теорию по данной теме; уметь проанализировать полученные результаты (в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы).

В результате освоения материала у обучающихся формируются следующие компетенции: ПК 1.1.

|                                |                            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |        |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.5/36 |

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для успешного выполнения практических работ обучающиеся должны выполнять весь объем домашней подготовки, указанный в теоретической части практических работ. Выполнению каждой работы предшествует проверка готовности обучающегося, которая проводится преподавателем.

После выполнения работы обучающие представляют отчет с анализом полученных результатов и выводами. Для сдачи практической работы необходимо подготовиться по контрольным вопросам.

Все практические работы выполняются обучающимися индивидуально. Практические работы должны быть оформлены в соответствии с требованиями учебно-методического пособия. При выполнении схематического рисунка все ключевые детали и узлы прибора должны быть изображены отчетливо и пронумерованы с последующей расшифровкой.

Для выполнения практических работ студенту необходимо иметь тетрадь, простой карандаш, ручку, ластик. Студенты на занятии ведут отчетную документацию в виде записей и рисунков в тетради по следующей схеме:

1. Дата.
2. Номер и название практического занятия.
3. Цель работы.
4. Задание №....
5. Конспект теоретической части работы.
6. Выполнение практической части работы, согласно задания.

Рекомендуемую литературу можно использовать для дополнительного чтения и подготовки к тестам.

После выполнения практических работ обучающиеся сдают зачет, на котором преподаватель проверяет качество и объем усвоенного практического материала.

Практические занятия, пропущенные обучающимися по уважительным и неуважительным причинам, выполняются самостоятельно с обязательной последующей защитой их перед преподавателем.

|                                |                            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |        |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.6/36 |

## **Раздел 1. Основные понятия метеорологии и климатологии, взаимосвязанность атмосферы и гидросферы**

**Тема 1. Основы метеорологии. Географическая оболочка Земли. Система "атмосфера - гидросфера - биосфера". Температура воздуха, ее распределение по поверхности Земли. Влага в атмосфере. Атмосферные осадки.**

**Тема 2. Основы климатологии. Воздушные массы и их классификация. Понятие погоды и климата. Значение метеорологических наблюдений и сведений о климатических условиях в рыбохозяйственной практике.**

**Практическое занятие 1. Знакомство с приборами и способами измерения температуры и относительной влажности воздуха.**

**Цель занятия** – получение навыка работы с приборами для измерения температуры и влажности воздуха.

**Материалы и оборудование:** термометры метеорологические, психометры разных моделей, гигрометр психометрический ВИТ-1 и ВИТ-2; дистиллированная вода.

**Задание 1.** Изучить и законспектировать материал теоретической части занятия.

### **Теоретическая часть**

Для измерения температуры воздуха имеется достаточно много термометров, но в основном используют электрические, деформационные и жидкостные.

**Электрические термометры:** действие основано на изменении под действием температуры либо электродвижущей силы в термоспаях (термоэлементы, термопары), либо электрического сопротивления проводников (термометры сопротивления, термисторы).

**Деформационные термометры:** действие основано на изменении линейных размеров твердых тел с изменением температуры. В метеорологии применяется один вид деформационных термометров – биметаллические термометры, в которых биметаллическая пластинка при изменении температуры изгибается.

**Жидкостные термометры:** действие основано на изменении объема жидкости при изменении температуры.

Основными частями жидкостного термометра являются наполненный жидкостью стеклянный резервуар, соединенный с капиллярной трубкой, свободный конец которой запаян, скрепленная с резервуаром и капилляром пластинка с температурной шкалой и спаянная с верхней частью резервуара цилиндрическая стеклянная оболочка, внутри которой укреплены капилляр и шкала.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

|                                |                            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |        |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.7/36 |

### Порядок проведения измерений с помощью термометров

Отсчеты показаний термометров производят с точностью до 0,1 °С независимо от цены деления шкалы. Для обеспечения такой точности необходимо соблюдать определенные правила производства измерений и их последовательность.

1. Воспринимающая часть прибора (жидкостный резервуар) должна находиться над подстилающей поверхностью на высоте не ниже 1,5 м (стандартная высота – 2 м; именно на таком расстоянии от подстилающей поверхности находятся воспринимающие части приборов в психрометрических будках на метеостанциях). Это связано с тем, что нижний слой воздуха до высоты 1,5 м находится под большим влиянием подстилающей поверхности.

2. Термометр должен:

- находиться в тени, поскольку на солнце он показывает собственную температуру прибора;

- хорошо проветриваться (хорошо обдуваться воздухом); в противном случае, он показывает температуру в том замкнутом пространстве, в котором он в данный момент находится;

- термометр должен быть выдержан не менее 5 минут, чтобы он успел воспринять температуру окружающей среды.

3. При определении положения конца столбика жидкости в капилляре относительно шкалы луч зрения должен быть перпендикулярен шкале в точке отсчета.

4. Отсчет снимают по вогнутой (если термометр спиртовой) или по выпуклой (если термометр ртутный) части мениска.

5. Отсчеты следует делать быстро.

6. В первую очередь отсчитывают десятые доли градуса, а затем целые градусы. Такая последовательность отсчетов исключает погрешность измерения, вызываемую влиянием наблюдателя на термометр – он может несколько нагреть или охладить термометр, соответственно изменив его показания и, тем самым, внося погрешность в измерения, которую нельзя учесть.

Для исключения инструментальной погрешности в отсчеты по термометрам вводят поправки, взятые из их поверочных свидетельств.

7. Записи ведут на специальных бланках (на практических занятиях – в тетрадях, в подготовленных таблицах).

Наиболее распространенными методами измерения влажности воздуха являются психрометрический и гигрометрический.

Психрометрический метод широко применяется при измерении влажности воздуха и является основным в метеорологии. Он основан на зависимости интенсивности испарения с водной поверхности от дефицита влажности соприкасающегося с ней воздуха.

Приборы, которые применяются при измерении влажности воздуха психрометрическим методом, называются психрометрами.

Психрометр - прибор для измерения влажности и температуры воздуха. Принцип действия психрометра основан на разности показаний сухого и смоченного термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха.

### Практическая часть

**Задание 2.** Выполнить измерение температуры и относительной влажности воздуха с помощью психрометра.

#### Порядок выполнения задания:

1) Подготовить прибор к эксплуатации.

2) Установить гигрометр в вертикальном положении на уровне глаз работающего с ним. В месте установки гигрометра должны отсутствовать вибрации, источники тепла или холода, создающие разницу температур между нижним, основным резервуаром и верхним запасным более чем в 2 °С.

3) Выдержать психрометр в заданном месте не менее 10-15 минут.

4) Начертить в тетради таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Данные по измерению температуры и относительной влажности воздуха

Дата «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| № психрометра                      |  |
| № помещения                        |  |
| Отсчет по сухому термометру, °С    |  |
| Поправка, °С                       |  |
| Температура с учетом поправки, °С  |  |
| Отсчет по влажному термометру, °С  |  |
| Поправка, °С                       |  |
| Температура с учетом поправки, °С  |  |
| Разность показаний термометров, °С |  |
| Относительная влажность, %         |  |

5) Записать в таблицу № психрометра и помещения, в котором проводятся измерения.

|                                |                            |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |        |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.9/36 |

6) Снять показания двух термометров и внести их в таблицу.

При снятии отсчета прибор держат в руке вертикально, за оправу в вытянутой руке (подальше от себя). Глаз работающего с прибором должен находиться на уровне мениска жидкости. Температуру определяют по термометрам с точностью до 0,1 °С.

7) К отсчитанным показаниям внести поправки, приведенные в паспорте на психрометр. Поправку необходимо выбирать для той калибруемой отметки, которая является ближайшей к измеренному значению.

8) Записать показания термометров с учетом поправки.

9) Вычислить разность температур по «сухому» и «влажному» термометрам.

10) Определить относительную влажность воздуха по психрометрической таблице, прикрепленной на корпусе прибора.

#### Форма отчета

1. Конспект теоретической части работы.
2. Заполненная таблица 1.1.
3. Устное собеседование по контрольным вопросам.
4. Тестирование.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие типы термометров используются в метеорологии для измерения температуры воздуха?
2. На чем основан принцип работы жидкостных термометров?
3. Перечислите типы жидкостных термометров и условия их применения в зависимости от температуры.
4. Назовите основные правила, соблюдение которых необходимо при измерении температуры воздуха.
5. Каков порядок снятия показаний термометров?
6. С какой точностью производится отсчет по термометру?
7. Какие приборы служат для измерения влажности воздуха?
8. Что такое психрометр?
9. Перечислите разновидности психрометров.
10. Каков принцип работы психрометра?
11. Как проводятся измерения с помощью гигрометра психрометрического?

#### **Список литературы [1]**

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.10/36 |

## Практическое занятие 2. Знакомство с приборами и способами измерения атмосферного давления, скорости и направления ветра; изучение шкалы Бофорта, принципа составления розы ветров.

**Цель занятия** – получить навык работы с приборами для измерения атмосферного давления, скорости и направления ветра.

**Материалы и оборудование:** барометр-анероид, анемометры разных конструкций (чашечный, крыльчатый, термический), компас, секундомер.

**Задание 1.** Изучить и законспектировать материал теоретической части занятия.

### Теоретическая часть

Давление воздуха измеряют барометрами. С момента изобретения Э. Торричелли барометра (1643 г.) его конструкция была значительно усовершенствована. Различают три типа барометров: ртутные, гипсотермометры (термобарометры) и анероиды. Для непрерывной регистрации атмосферного давления служат барографы. Барографы могут быть суточными (один оборот барабана совершается за 24 ч) и недельными (один оборот барабана совершается за 176 ч). В экспедиционной практике применяют барометр – анероид.

Барометр – анероид — основной прибор для измерения атмосферного давления в полевых условиях и на судах.

Скорость ветра измеряется в метрах в секунду (м/с), в километрах в час (км/ч; 1 м/с = 3,6 км/ч) или в узлах (узел - морская миля в час; 1 морская миля = 1852 м, поэтому 1 узел = 0,514 м/с).

Сила ветра (скорость) от 0 до 12 баллов может быть определена визуально с использованием шкалы Ф. Бофорта.

За направление ветра принимают часть горизонта, откуда дует ветер (ветер дует «в компас»). Направление ветра измеряется в градусах или румбах (названиях частей света). Это направление можно указать, назвав либо сторону горизонта, откуда дует ветер, либо угол, образуемый направлением ветра с меридианом наблюдателя, т. е. его азимут.

Направление ветра в румбах горизонта определяют по 16-румбовой системе:

четырем главным – С, Ю, З, В;

четырем четвертным – СВ, ЮВ, ЮЗ и СЗ;

восьми промежуточным – ССВ, ВСВ, ВЮВ, ЮЮВ, ЮЮЗ ЗЮЗ, ЗСЗ, ССЗ.

Для обозначения румбов используются начальные буквы названий сторон света: север (С), юг (Ю), восток (В), запад (З). Иногда используют латинские буквы N, S, W, E.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.11/36 |

## Роза ветров

Для того чтобы иметь наглядное представление о ветровых условиях за какой-то промежуток времени (неделю, декаду, месяц, год, в среднемноголетнем исчислении), строят розу ветров - диаграмму, описывающую режим ветра в данном месте. Для построения розы ветров применяют различные способы.

Скорость ветра измеряют с помощью анемометров: крыльчатых, термических и чашечных, ручных электронных, цифровых переносных и пр. Они различаются по внешнему виду и характеру приемной части, однако принцип их работы одинаков.

Приборы, измеряющие скорость и направление ветра, называются анеморумбометрами (или ветромерами).

Приборы, регистрирующие скорость ветра, – это анемографы.

Приборы, регистрирующие скорость и направление ветра, – анеморумбографы (самописцы ветра).

### Порядок измерения скорости и направления ветра:

Анемометр с выключенным счетчиком устанавливают на столбе на нужной высоте, вертикально, плоской поверхностью корпуса параллельно направлению ветра, шкальной стороной к наблюдателю.

Если измерения проводят в полевых условиях, то становятся лицом к ветру и поднимают над головой выпел (тонкая лента, полоска ткани или бумаги длиной 0,5-0,8 м). По направлению выпела снимают отчет по компасу в градусах или румбах, определяя, откуда дует ветер. Анемометр держат в руке, вытянутой в сторону-вверх на высоте 1,5-2 м, чтобы плоскость циферблата располагалась перпендикулярно направлению ветра.

Перед началом измерения записывают показания всех трех стрелок (фиксируются показания стрелок на каждой шкале). Через 1-2 мин (вращения чашек без включенного счетчика) одновременно включают счетчик (переводят арретир в верхнее положение) и секундомер. Выдерживают заданное время (100 с) и не меняя положения анемометра, одновременно выключают счетчик анемометра и секундомер. Снимают второй отчет и записывают новые показания анемометра. Далее из новых показаний вычитают показания прибора, зафиксированные перед началом измерений. Разность показаний счетчика делят на число секунд, в течение которых производились измерения (100 с), таким образом, определяя среднее число делений в секунду.

Среднюю скорость ветра в метрах в секунду находят по градуировочному графику (в поверочном свидетельстве данного анемометра) или подбирают по номеру прибора соответствующий сертификат (пример сертификата приведен в табл. 2.2). По сертификату, путем интерполяции переводят скорость ветра из оборотов/с (дел./с) в м/с. Результат округляют до десятых м/с.

### Практическая часть

**Задание 2.** Измерить давление воздуха с помощью барометра-анероида.

Порядок выполнения задания:

1) Начертить в тетради табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты измерения давления воздуха

Дата «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г.

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Барометр-анероид №                |  |
| Отсчет барометра, гПа             |  |
| Поправка на температуру, гПа      |  |
| Шкаловая поправка, гПа            |  |
| Суммарная поправка, гПа           |  |
| Исправленное давление, гПа        |  |
| Исправленное давление, мм рт. ст. |  |

2) Снять крышку прибора (или открыть футляр).

3) Записать в таблицу 2.3 указанный на анероиде № прибора.

4) Взять прибор в руки и держа его горизонтально, смотреть сверху (луч зрения должен быть перпендикулярен плоскости шкалы) строго вдоль стрелки, так чтобы ее сплюснутый конец выглядел как волосая линия.

5) Если в данном анероиде есть температурная шкала, прежде всего, снять показание термометра с точностью до 0,1 °С.

6) Постучав слегка кончиками пальцев по стеклу анероида, снять отсчет с точностью до десятых гПа:

- записать ближайшее к кончику стрелки (меньшее из двух) целое число гПа;

- добавить к нему (без запятой) ближайшее количество целых делений (десятых долей целого числа) и поставить запятую; это позволит автоматически увеличить показания анероида в 10 раз;

- снять на глаз доли деления, ориентируясь по кончику стрелки.

7) Закрыть крышку анероида.

8) Записать полученный результат в таблицу 2.3.

9) В снятые показания ввести поправки:

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.13/36 |

10) Рассчитать суммарную поправку как алгебраическую сумму всех перечисленных поправок.

11) Рассчитать исправленный результат как алгебраическую сумму снятого отсчета и суммарной поправки в гПа.

12) Записать окончательный результат в мм рт. ст., учитывая соотношение единиц давления: 1 мм рт. ст. = 1,333 мб = 133,3224 Па = 1,333 гПа

#### Форма отчета

1. Конспект теоретической части работы.
2. Заполненная таблица 2.3.
3. Устное собеседование по контрольным вопросам.
4. Тестирование.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какими приборами измеряется атмосферное давление, в каких единицах?
2. Принцип работы барометра-анероида?
3. Что можно определить с помощью таблицы Бофорта?
4. Что такое роза ветров и для чего она служит?
5. Каков принцип построения розы ветров?
6. Какими приборами измеряется скорость и направление ветра?
7. Каков принцип работы ручного чашечного анемометра?
8. Расскажите последовательность измерения давления воздуха с помощью барометра-анероида.
9. Расскажите последовательность измерения скорости ветра чашечным анемометром.

#### **Список литературы [1]**

#### **Раздел 2. Общая гидрология**

**Изучение водных объектов суши и Мирового океана. Гидросфера; ее строение и состав. Роль воды в физико-географических и биологических процессах.**

#### **Практическое занятие № 3. Построение батиметрического плана (схемы) озера**

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.14/36 |

**Цель занятия** – получить навык построения батиметрического плана озера.

**Материалы и оборудование:** промерный абрис озера (различные варианты озера), белая бумага формата А4, простой карандаш, стерка, линейка, черная гелевая ручка.

**Задание 1.** Изучить и законспектировать материал теоретической части занятия. Выучить основные понятия и определения.

### Теоретическая часть

Исходные данные для построения батиметрического плана озера получают в результате промерных работ - батиметрической съемки. Батиметрическая съемка - подробное измерение глубин (промера) по определенной системе.

В процессе промера строят промерный абрис - выполненный от руки чертеж с обозначением на нем данных, необходимых для построения точного плана. На абрис наносят промерные профили с промерными точками, возле которых проставляют измеренные глубины.

Изобатами называются линии равных глубин, проведенные на карте так, что они соединяют все точки, имеющие одинаковую глубину относительно нуля. Изобаты на плане озера всегда замкнутые линии, их проводят через 0,5 или 1 см.

Геометрическое место точек на поверхности озера с нулевыми глубинами называется береговой линией. Это нулевая изобата.

*Батиметрический план озера* - это карта или схема, на которой особым образом показаны его глубины.

Батиметрический план дает возможность получить, измерить или вычислить отдельные морфологические характеристики водоема, отражающие форму и размеры озерной котловины, и количество заполняющей ее воды.

### Практическая часть

**Задание 2.** Изучить правила оформления чертежей.

Батиметрическую схему озера вычерчивают на белой бумаге формата А4 (297×210) простым карандашом и поднимают (обводят) черной гелевой пастой после проверки преподавателем.

Размеры шрифтов: исходные данные (глубины) – 1,8 (мм); подписи изобат - 2,5 (мм); название чертежа (и значение масштаба на батиметрической схеме) – 3,5 (мм).

Толщина линий: контуры озера вычерчивают сплошной основной (толщина примерно 0,4-0,5 мм); изобаты - сплошной тонкой (толщина примерно 0,2-0,3 мм). При предварительных построениях карандашом линии должны быть максимально тонкими и не яркими, чтобы в последующем их можно было легко стереть или «поднять».

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.15/36 |

Название чертежа пишут под ним в центре, масштаб (например, М 1:500) - внизу справа, над названием чертежа.

На листах формата А4 оставляют (но не вычерчивают) поля не менее: слева 30 мм, сверху 20, справа 20, внизу 20 мм. Рамку не вычерчивают.

Чертеж должен располагаться в центре листа симметрично полям.

### **Задание 3.** Построить батиметрический план озера.

Каждому студенту выдается промерный абрис озера с заданным масштабом. Получив свой вариант, студенты приступают к выполнению задания.

#### Порядок выполнения:

1) На белой бумаге формата А4 примерно в центре листа простым карандашом вычерчивают заданные контуры озера.

2) Наносят отметки глубин:

- карандашом ставят промерную точку;

- слева от нее подписывают целую часть значения глубины так, чтобы точка глубины оказалась у середины этой цифры;

- справа от точки подписывают дробную часть значения глубины, так чтобы верхняя часть этой цифры начиналась от точки.

- значения глубин (исходные данные) наносят шрифтом 1,8 (мм); разделительный знак (запятую) между целой и дробной частями глубин не ставят, но высоту цифр дробной части делают в 2 раза меньше высоты цифр целой части.

3) Проводят изобаты путем интерполяции между смежными точками, ближайшими к искомой изобате. Положение изобаты, первой от берега, находят путем интерполяции между наименьшими глубинами и нулевой изобатой (береговой линией) по перпендикуляру к этой линии.

4) По окончании интерполяции, точки с одинаковыми глубинами (значениями изобат) соединяют плавными линиями. При этом линия от точки до точки должна быть близкой к прямой, а в точке сопряжения отрезков прямых делается плавный переход.

5) Подписывают изобаты только один раз в разрыве линии, перпендикулярно линии. При этом линия выходит к середине цифры.

6) После проверки преподавателем изобаты поднимают черной пастой. Толщина линий изобат должна быть несколько меньше толщины береговой линии.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.16/36 |

### Форма отчета

1. Конспект теоретической части работы.
2. Батиметрическая схема (план) озера с нанесенными изобатами.
3. Устное собеседование по контрольным вопросам.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое батиметрическая съемка и промерный абрис озера?
2. Что такое изобата и как она проводится?
3. Что такое батиметрический план (схема) озера?
4. Как построить батиметрический план?
5. Для чего необходим батиметрический план?
6. Как подписываются изобаты?

## **Практическое занятие № 4. Вычисление основных морфометрических характеристик озера**

**Цель занятия** - освоить методику определения морфометрических характеристик озера на батиметрическом плане.

**Материалы и оборудование:** калька, миллиметровая бумага, белая бумага формата А4, курвиметр, циркуль-измеритель, простой карандаш, ластик, линейка, калькулятор.

**Задание 1.** Законспектировать и выучить основные понятия и определения теоретической части занятия.

### Теоретическая часть

*Морфометрия* – это система количественных показателей, которая позволяет познать процессы, протекающие в водоемах и вызывающие изменения их подводного рельефа.

Морфометрия озер изучает ряд числовых характеристик, дающих представление о горизонтальном и вертикальном расчленении озерной котловины.

*Изобата* – линия одинаковой глубины. Изобата нулевой глубины совпадает с урезом озера или береговой линией (границей воды у берега озера).

*Морфометрические характеристики озера:*

- площадь озера (F),
- длина озера (L),
- максимальная ширина озера ( $V_{\max}$ ),
- средняя ширина озера ( $V_{\text{ср}}$ ),

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.17/36 |

- длина береговой линии ( $L_b$ ),
- объем озера ( $V$ ),
- глубина ( $h$ ), максимальная ( $h_{\max}$ ) и средняя ( $h_{\text{ср}}$ ) глубины озера.

Площадь водной поверхности (зеркала) озера – площадь водной поверхности без островов.

Длина озера – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками береговой линии, измеренное по водной поверхности.

Максимальная ширина озера – перпендикуляр к длине озера в наиболее широкой его части.

Средняя ширина – отношение площади зеркала озера к его длине.

Длина береговой линии – это длина нулевой изобаты.

Объем озера (вместимость) – объем части озерной котловины, заполненной водой до определенного уровня.

Максимальная глубина – самая большая глубина по плану промера глубин.

Средняя глубина – частное от деления объема воды озера на площадь его зеркала.

Все перечисленные выше морфометрические характеристики озера зависят от высоты стояния уровня воды в нем или от выбранного в толще воды отсчетного горизонта (или глубины). Наиболее важно знать, как изменяются с изменением уровня (или глубины) такие характеристики, как площадь озера, объем воды в нем, средняя и максимальная глубина.

Для выполнения морфометрических расчетов необходимо учитывать масштаб.

Масштаб показывает, во сколько раз уменьшены реальные расстояния на местности при нанесении их на бумагу. Например, масштаб 1:1000 означает, что каждый сантиметр на бумаге соответствует 1000 см (10 м) на местности, а  $1 \text{ см}^2 = 100 \text{ м}^2$ .

### Практическая часть

**Задание 2.** Определить морфометрические характеристики озера по заданному преподавателем варианту.

Дано: вычерченный батиметрический план (схема) озера с изобатами (Практическое занятие № 3).

Требуется определить:

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.18/36 |

- 1) площадь озера –  $F$ , м<sup>2</sup>.
- 2) длину береговой линии –  $L_b$ , м.
- 3) длину озера –  $L$ , м.
- 3) максимальную ширину озера –  $V_{\text{макс}}$ , м.
- 4) среднюю ширину озера –  $V_{\text{ср}}$ , м.
- 6) объем озера –  $V$ , м<sup>3</sup>.
- 7) максимальную глубину озера –  $h_{\text{макс}}$ , м.
- 8) среднюю глубину озера –  $h_{\text{ср}}$ , м.

#### Порядок выполнения задания

1. Определение площади зеркала озера и контуров изобат.

Сначала вычерчивают в тетради таблицу для внесения записей по образцу.

Площадь озера ( $F$ ) и контуров изобат определяется планиметром, палеткой (основа чертежа на миллиметровой бумаге) или разбивкой контура озера на простейшие геометрические фигуры.

2. Измерение площадей осуществляется в следующем порядке:

- 1) на миллиметровой бумаге дополнительно вычерчивают рабочие чертежи контуров береговой линии и отдельно каждой из изобат.

- 2) на них выделяют (очерчивают) квадраты  $10 \times 10 = 100 \text{ см}^2$ ;  $5 \times 5 = 25 \text{ см}^2$ ;  $1 \times 1 = 1 \text{ см}^2$  и  $0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ см}^2$  (можно выделить и другие группы квадратов, введя в таблицу соответствующие графы).

Результаты записывают в таблицу для соответствующих изобат.

- 3) квадратики площадью  $0,25 \text{ см}^2$  подсчитывают следующим образом. После окончания нумерации целых квадратиков продолжают проставлять последующие порядковые номера в квадратиках, поместившихся не полностью. Находят на чертеже непронумерованные части квадратиков, примерно дополняющие по площади уже отмеченные, и заштриховывают (вычеркивают) их. Вычеркнутые дополнения нумеруют тем же порядковым номером, что и основная часть квадратика, вынося этот номер за контуры измеряемой площади.

- 4) проверяют подсчеты и сверяют их с записями в табл.

- 5) подсчитывают в каждой графе полученное количество  $\text{см}^2$ .

- 6) суммировав графы 2-5, находят общую площадь в  $\text{см}^2$  (графа 6).

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

7) с учетом масштаба плана озера переводят площадь из  $\text{см}^2$  в  $\text{м}^2$ ; полученный результат записывают в графу 7.

Например, при масштабе 1:1000,  $1 \text{ см}^2 = 100 \text{ м}^2$ ;

8) измеренную площадь округляют с учетом погрешности, результат записывают в графу 8.

9) переводят  $\text{м}^2$  в гектары, учитывая, что  $1 \text{ га} = 10000 \text{ м}^2$  (графа 9). Результат округляют до первой значащей цифры или до 0,1.

Образец заполнения таблицы 4.1 представлен в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Образец заполнения результатов измерения площади зеркальной поверхности и внутри изобат

| Измерения             | Площадь квадратов |                  |                 |                    | Площади        |                                  |                     |      |
|-----------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------------------------|---------------------|------|
|                       |                   |                  |                 |                    | измеренная     |                                  | с учетом округления |      |
|                       | 100 $\text{см}^2$ | 25 $\text{см}^2$ | 1 $\text{см}^2$ | 0,25 $\text{см}^2$ | $\text{см}^2$  | $\text{м}^2$ (с учетом масштаба) | $\text{м}^2$        | га   |
| 1                     | 2                 | 3                | 4               | 5                  | 6              | 7                                | 8                   | 9    |
| Береговая линия       |                   |                  |                 |                    |                |                                  |                     |      |
| Кол-во квадратов, шт. | 1                 | 3                | 31              | 102                | Масштаб 1:2500 |                                  |                     |      |
| Кол-во $\text{см}^2$  | 100               | 75               | 31              | 25,5               | 231,5          | 144687,5                         | 144688              | 14,5 |
| Изобата 1 м           |                   |                  |                 |                    |                |                                  |                     |      |
| Кол-во квадратов, шт. | -                 | 2                | 34              | 81                 |                |                                  |                     |      |
| Кол-во $\text{см}^2$  | -                 | 50               | 34              | 20,25              | 104,25         | 65156,25                         | 65156               | 6,5  |

2. Определение длины береговой линии, длины и максимальной ширины озера.

1) На вычерченном батиметрическом плане измеряют длину береговой линии с помощью курвиметра. Измерения проводят в два приема, в прямом и обратном направлениях. Отсчеты по шкале курвиметра снимают с точностью до 0,1 наименьшего деления (сантиметра). Расхождение между результатами, полученными в прямом и обратном направлениях не должно превышать величины 0,02 средней длины изолинии.

Результат округляют до разряда, на порядок более высокого, чем разряд первой цифры ошибки (т. е. до предыдущей цифры).

2) На вычерченном батиметрическом плане озера проводят линию длины озера – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками береговой линии.

Длина озера может изображаться прямой или ломаной линией, нигде не пересекающей береговой черты. Отдельные отрезки ломаной линии являются касательными к изгибам береговой линии

Длина линии измеряется в сантиметрах с помощью циркуля-измерителя, курвиметра или линейки в два приема с точностью до 0,1 наименьшего деления линейки (мм).

3) На вычерченном батиметрическом плане озера показывают отрезком максимальную ширину озера – перпендикуляр к длине озера в наиболее широкой его части.

Длина линии измеряется с помощью циркуля-измерителя, курвиметра или линейки в два приема с точностью до 0,1 наименьшего деления линейки (мм).

4) Рассчитывают среднеарифметическое значение из двух полученных результатов.

5) Вписывают масштаб схемы озера.

6) Определяют результат измерений с учетом масштаба.

7) Находят окончательный результат с учетом округления.

Результат округляют до разряда предыдущей цифры.

### 3. Расчет объема озера

Объем воды в озере рассчитывают по слоям, заключенным между плоскостями соседних изобат. Общий объем озера (V) определяется суммированием объемом слоев.

Для приближенного расчета объемов слоев может быть использована формула призмы.

2) Вносят значения изобат, ограничивающих соответствующие слои. В последнюю строку вписывают максимальную глубину.

3) Вносят площади, ограниченные этими изобатами. В последней строке (максимальная глубина) ставят 0.

4) Вносят данные средней площади между изобатами, которые рассчитывают следующим образом:  $f_1 + f_2 / 2$ .

5) Вносят толщину слоя (в метрах) как разность значений двух соседних изобат.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.21/36 |

6) Затем рассчитывают объем между изобатами как произведение средней площади между изобатами и толщины слоя.

7) Проводят последовательное суммирование объемов слоев от дна до поверхности, что дает нарастание объемов до полного его значения под нулевой изобатой.

К полученным суммам объемов последовательно добавляют объем соответствующего слоя (не округляя). Каждый из получаемых таким образом результатов записывают в строке, соответствующей изобате, до которой рассчитан объем. В строке для «0» изобаты должен получиться вычисленный объем всего озера.

Результат округляют до разряда, на порядок более высокого, чем разряд первой цифры ошибки (т. е. до предыдущей цифры).

#### 4. Определение максимальной глубины озера.

Максимальная глубина озера ( $h_{\max}$ , м) выбирается с батиметрического плана озера.

Порядок расчетов по формулам:

- выписывают расчетную формулу и дают ее расшифровку;
- через знак равенства подставляют значения всех буквенных символов, входящих в формулу;
- записывают результат с точностью большей, чем требуется (можно целиком списать результат с калькулятора), и округляют его до требуемой точности.

#### 5. Расчет средней глубины озера.

Средняя глубина озера ( $h_{\text{ср}}$ , м) рассчитывается по формуле:  

$$h_{\text{ср}} = V / F$$

где  $V$  – объем озера,  $\text{м}^3$ ;  $F$  – площадь озера,  $\text{м}^2$ .

Результат округляют до 0,1 м.

#### 6. Расчет средней ширины озера.

Средняя ширина ( $B_{\text{ср}}$ , м) – частное от деления площади озера на его длину.

Результат округляют до разряда, полученного при измерении максимальной ширины озера.

**Задание 3.** Составить итоговую таблицу морфометрических характеристик заданного озера.

Таблица – Морфометрические характеристики озера \_\_\_\_\_  
(вписать свое название озера)

| № п/п | Характеристики             | Размерность    | Значение |
|-------|----------------------------|----------------|----------|
| 1     | Площадь озера              | м <sup>2</sup> |          |
| 2     | Длина озера                | м              |          |
| 3     | Максимальная ширина озера  | м              |          |
| 4     | Средняя ширина озера       | м              |          |
| 5     | Длина береговой линии      | м              |          |
| 6     | Объем озера                | м <sup>3</sup> |          |
| 7     | Максимальная глубина озера | м              |          |
| 8     | Средняя глубина озера      | м              |          |

#### Форма отчета

1. Конспект теоретической части работы.
2. Выполненные расчеты, согласно варианту, оформленные в табличной форме.
3. Батиметрическая схема озера с нанесенными длиной и максимальной шириной озера.
4. Рабочие чертежи по подсчету квадратилов на миллиметровой бумаге.
5. Устное собеседование по контрольным вопросам.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего используется курвиметр?
2. Что такое длина и максимальная ширина озера?
3. Как вычисляется средняя глубина озера?
4. Как определяется площадь озера и изобат?
5. Как измерить длину и максимальную ширину озера?
6. Как с учетом масштаба перейти от см<sup>2</sup> к м<sup>2</sup>?
7. Как определяется объем озера?

#### **Список литературы [1]**

**Практическое занятие № 5. Знакомство с приборами и способами измерения расхода воды в водотоке. Расчет расхода воды в реке, часового объема и модуля стока.**

**Цель занятия** – получить навык измерения и расчета расхода воды, часового объема и модуля стока в водотоке.

**Материалы и оборудование:** поверхностные поплавки, гидрометрические вертушки, измерительная лента или рулетка, водомер (если доступен), лоток для сбора воды, часы, калькулятор.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.23/36 |

**Задание 1.** Изучить и законспектировать материал теоретической части занятия. Выучить основные понятия и определения.

### Теоретическая часть

Расход воды - количество воды, протекающей через поперечное сечение русла водотока (реки, ручья, канала) в единицу времени. Выражается обычно в м<sup>3</sup>/с или в л/с.

Расход воды – одна из важнейших численных характеристик, применяемых в гидрологии. Величины расходов воды используют при описании пространственно-временного изменения речного стока, водности рек и водоносности рек.

Систематические измерения расходов воды используются при проектировании и эксплуатации гидротехнических сооружений и гидромелиоративных систем.

Методы измерения расхода воды можно подразделить на две группы: объемные и косвенные.

Объемный метод - измерение расхода воды с помощью мерных сосудов (емкостей с известным объемом), подставляемых под струю воды на определенное время. Этот метод применяется на небольших водотоках (ручей, родник и пр.) и в лабораторных условиях (лоток, труба), позволяющих подставить мерный сосуд под всю струю сразу, собрав воду без потерь. Расход (дм<sup>3</sup>/с) вычисляют делением собранного объема воды (л) на время выдержки сосуда под струей воды (с).

Косвенные методы (методы «сечение-скорость») сводятся к измерению скорости течения и площади сечения потока. При этом применяются: гидрометрические вертушки, батометр-тахиметр, гидрометрические трубки, поплавки поверхностные и глубинные, гидрометрические шесты.

Скорость течения измеряют в разных точках потока с помощью гидрометрической вертушки или поплавков (редко).

Расход воды в общем случае получают перемножением площади живого сечения и средней скорости потока.

Поперечное сечение - плоскость, перпендикулярная направлению течения (потока) и ограниченная снизу дном, с боков откосами русла, сверху – урванной поверхностью.

Водное сечение (F) – часть поперечного сечения, заполненная водой.

Живое сечение ( $\omega$ ) – часть водного сечения, в которой скорость течения выше аналитического нуля (аналитический нуль – значение измеряемой характеристики, не воспринимаемое данным прибором или методом анализа).

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.24/36 |

Площадь живого сечения рассчитывают по результатам промеров глубин.

Живое сечение изменяется в зависимости от уровня воды. Каждому уровню воды соответствует свое живое сечение.

### Приборы и оборудование для измерения расхода воды в реке

#### Гидрометрическая вертушка

Гидрометрические вертушки - приборы для измерения скорости движения воды от 0,025 до 5 м/с. Гидрометрические вертушки бывают разных типов. Каждая из них имеет следующие основные части: рабочие лопасти с осью вращения, счетно-контактный механизм, корпус, стабилизатор направления (хвостовое оперение).

#### Поверхностные и поплавки

Измерение расхода воды поверхностными поплавками по наибольшей поверхностной скорости течения является наиболее простым и быстрым способом. Однако, их применяют в исключительных случаях:

- 1) при необходимости измерения скоростей течения на больших реках с сильным течением, где установка плавучего понтона бывает затруднительна и нет другого соответствующего оборудования;
- 2) при отсутствии гидрометрических вертушек;
- 3) во время ледохода;
- 4) при недостатке средств и времени для организации наблюдений посредством вертушек;
- 5) когда скорости течения настолько незначительно, что лопасти вертушки не вращаются;
- 6) при аварийном состоянии оборудования гидрометрического створа;
- 7) для получения приближенного значения расхода воды.

Батометр-тахиметр является прибором, одновременно для взятия проб воды и для измерения скоростей течения. Он состоит из гибкого резинового баллона объемом около 900 см<sup>3</sup> и вставленной в него трубочки диаметром 6 мм, через которую вода может поступать в баллон, диаметр входного отверстия 4,8 мм.

### Практическая часть

Для понимания динамики водных потоков и управления водными ресурсами необходимо выполнить следующие расчеты.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.25/36 |

**Задание 2.** Определение площади поперечного сечения, скорости течения и расхода воды.

1) Для выполнения расчетов необходимо выписать в тетрадь исходные данные, согласно своего варианта.

2) Зная ширину и глубину водотока по трем измерениям, рассчитайте площадь поперечного сечения для каждого измеренного участка.

3) Зная расстояние между точками и время, за которое оно пройдено рассчитайте среднюю скорость течения воды.

4) Используя полученные значения площади поперечного сечения (A) и средней скорости течения (V), рассчитайте расход воды для каждого измеренного участка.

5) Найдите средний расход воды по трем участкам (как среднее арифметическое). Ответ запишите.

6) Анализ результатов: сравните полученные значения расхода воды в разных участках. Обсудите возможные причины различий.

7) Запишите вывод.

**Задание 3.** Определение часового объема стока.

Для нахождения часового объема стока надо учесть количество секунд в часе (3600). Ответ запишите в тетрадь.

**Задание 4.** Расчет модуля стока.

1) Для выполнения расчетов необходимо выписать в тетрадь исходные данные, согласно своего варианта.

2) Переводим площадь водосборного бассейна (B) из квадратных километров в квадратные метры:

$$B = \text{площадь (км}^2\text{)} \times 1,000,000$$

$$\text{Например, } B = 1000 \text{ км}^2 = 1000 \times 10^6 \text{ м}^2.$$

3) Среднегодовой расход (Q) из л/с переводим в л/год.

$$\text{Например, } Q = 100 \text{ л/с} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 100 \times 31\,536\,000 = 3\,153\,600\,000 \text{ л/год}$$

4) Рассчитываем среднегодовой модуль стока.

$$\text{Например, } M = 3\,153\,600\,000 / (1000 \times 10^6) = 3,1536 \approx 3,15 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.26/36 |

Ответ: среднегодовой модуль стока составляет 3,15 л/(м<sup>2</sup>·год).

#### Форма отчета

1. Конспект теоретической части работы.
2. Результаты расчетов заданий.
3. Анализ полученных данных.
4. Выводы.
5. Устное собеседование по контрольным вопросам.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое расход воды в реке?
2. Какими методами измеряется расход воды в водотоке?
3. Что такое живое сечение реки?
4. Какие приборы используются для измерения расхода воды в реке?
5. Как проводят измерение расхода воды методом поверхностных поплавков?
6. Почему расход, измеренный с помощью поверхностных поплавков, является максимальным?
7. Какие факторы могут влиять на расход воды в водотоке? Приведите примеры.

### **Практическое занятие № 6. Приборы для взятия проб донных отложений. Расчеты по определению твердого стока, стока наносов и модуля твердого стока**

**Цель работы** – освоить методику взятия проб донных отложений и расчета твердого стока, стока наносов, модуля твердого стока.

**Материалы и оборудование:** дночерпатели и лоты различных конструкций.

**Задание 1.** Изучить и законспектировать материал теоретической части занятия. Выучить основные понятия и определения.

#### Теоретическая часть

Донные осадки играют важную роль в изучении водных экосистем, геологических процессов и истории развития водоемов. Изучение донных осадков можно вести двумя способами:

- прощупыванием дна промерными приборами, например, лотом, что дает возможность определить общий характер грунта: скальный, крупнокаменистый, гравий, песок, ил;
- отбором образцов (проб) донных осадков для определения механического и минералогического его состава.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» | С.27/36 |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          |         |

Приборы для взятия проб донных отложений подразделяют на приборы для взятия грунта с нарушением его структуры (дночерпатели, драги) и без нарушения (лоты, донные щупы и грунтовые трубки).

Для взятия проб речных наносов применяются специальные батометры различных систем: батометр–бутылка ГР-16, батометр Г.И. Шамова, батометр Б.В. Полякова, батометр-сетка, батометр «Дон» и др.

Для исследования дна морей и океанов широко используется гидроакустическая аппаратура, дающая непрерывную запись, а также различные радиоактивные методы, позволяющие определить возраст осадков и их мощность.

### 1. Лотовые устройства

Лоты предназначены для отбора поверхностных слоев донных осадков. Они представляют собой металлические трубки различной длины и диаметра, которые погружаются вертикально в грунт водоема.

### 2. Дночерпатели

Дночерпатель – это устройство, которое используется для взятия больших объемов донных отложений. Оно оснащено специальными ковшами или корзинами, которые захватывают грунт со дна водоема.

Существует несколько разновидностей дночерпателей:

1. Простой дночерпатель: состоит из двух металлических пластин, соединенных шарниром. При опускании на дно пластины раскрываются, захватывая осадок, а затем смыкаются при подъеме, удерживая пробу внутри.

2. Дночерпатель Экмана-Берджа: усовершенствованный вариант простого дночерпателя, оборудован пружиной, которая помогает пластинам смыкаться сразу после захвата осадка.

3. В прибрежной зоне на глубинах до 2,5 м для отбора донных отложений применяют штанговые дночерпатели, опускаемые на штанге:

- коробочный дночерпатель Заболоцкого (площадью захвата 1/40 м<sup>2</sup>), работающий на относительно мягких грунтах;

- трубчатый дночерпатель Мордухай-Болтовского (площадь захвата 1/250 м<sup>2</sup>), которым отбирают пробы на твердых грунтах. Ковшовые дночерпатели эффективны на мягких грунтах. Они используются при изучении прудов и озер с отложениями ила на дне.

Для мелиоративных и рыбоводных прудов со сравнительно плотным глинистым грунтом дна подходит утяжеленный его вариант – дночерпатель Петерсона или штанговый дночерпатель Мордухай-Болтовского.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.28/36 |

Последовательность работы с дночерпателем:

- 1) В зависимости от типа водоема и состояния грунта выбирают подходящую модель дночерпателя.
- 2) Плавно опускают дночерпатель в открытом состоянии. Достижение им дна обнаруживается по ослаблению натяжения троса.
- 3) Проводят закрытие прибора и захват определенного объема грунта.
- 4) Поднимают прибор.
- 5) Дночерпатель с отобраным грунтом помещают в таз, кювету, ящик.
- 6) Открывают прибор и слегка приподнимают над емкостью, освобождая дночерпатель от грунта.

Если отобранный грунт заполняет дночерпатель не полностью, то пробу не учитывают и отбор повторяют.

### Практическая часть

**Задание 2.** Провести расчеты твердого стока, стока наносов и модуля твердого стока.

1) Для выполнения расчетов необходимо выписать в тетрадь исходные данные, согласно своего варианта. 2) Произвести расчеты по формулам, представленным ниже.

1. Определение твердого стока ( $T_c$ ).
2. Определение стока наносов ( $C_n$ ).

Сток наносов - это отношение массы наносов к тому же объему воды.

3. Определение модуля твердого стока ( $M_{tc}$ ):

Модуль твердого стока - это отношение твердого стока к расходу воды; позволяет оценить интенсивность поступления твердых частиц в водоем.

Полученные результаты расчетов могут быть использованы для анализа и оценки состояния водоемов.

- 3) Записать в тетрадь определение понятия твердого стока, стока наносов и модуля твердого стока.

### Форма отчета

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.29/36 |

1. Конспект теоретической части работы.
2. Результаты расчетов заданий.
3. Устное собеседование по контрольным вопросам.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите способы изучения донных осадков. В чем их отличия?
2. Какие устройства применяют для взятия проб речных наносов и исследования дна морей и океанов?
3. Для чего используют лотовые устройства?
4. Перечислите модификации лотовых устройств.
5. Как осуществляют работу с лотовыми устройствами?
6. Для чего используют дночерпатели?
7. Перечислите модификации дночерпателей.
8. Как осуществляют работу с дночерпателями?
9. Какие дночерпатели используют на мягких и твердых грунтах?
10. Что такое твердый сток, сток наносов и модуль твердого стока.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.30/36 |

## Приложение

### Основные гидрологические определения

**Бьеф** - часть шлюзового водного пути (реки или канала) между двумя смежными плотинами или часть реки, подпираемая плотиной. Бьеф, лежащий выше плотины, называется верхним, а лежащий ниже плотины, – нижним.

**Водная экосистема** – экосистема, развивающаяся в водной среде. В водных экосистемах обитают сообщества организмов, которые зависят друг от друга и от воды как среды обитания. Двумя главными типами водных экосистем являются морские экосистемы и пресноводные экосистемы.

**Водное сечение** – часть поперечного сечения, заполненная водой.

**Водный режим** - изменение во времени уровней, расходов и объемов воды на водных объектах и в почвогрунтах.

**Водоем** - водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием.

**Водораздел** - граница между смежными речными бассейнами.

**Водосбор (бассейн)** - часть земной поверхности, с которой вода поступает в отдельный водоток.

**Водосбор** - часть земной поверхности и толща почв и горных пород, откуда вода поступает к водному объекту.

**Водоток** - водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности; водный объект, характеризуемый постоянным или временным движением воды в русле. Существуют: временные и постоянные водотоки; естественные и искусственные водотоки.

**Водохранилище** - искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью хранения воды и регулирования стока; крупные водоемы с замедленным водообменом, уровень которых искусственно изменен и постоянно регулируется в целях накопления и последующего использования запасов воды. По происхождению наиболее обычны водохранилища речные (Волгоградское, Киевское), озерные (Байкальское, Онежское) и наливные. Наливные сооружаются в понижениях рельефа, куда по каналам подводят избыточные паводковые воды (Каттакурганское, Тудакульское в Узбекистане).

**Внутренние моря** имеют затрудненную связь с океаном через сравнительно узкие проливы.

**Гидрограф** – график изменения во времени расходов воды за год или часть года (сезон, половодье, паводок).

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

**Гидрологический пост** - пункт на водном объекте, оборудованный устройствами и приборами для проведения систематических гидрологических наблюдений.

**Гидрология** – это наука, изучающая гидросферу, включая океаны и моря, реки, озера, болота, почвенные и грунтовые воды, снег и ледники, влагу атмосферы, а также ее свойства и протекающие в ней процессы и явления во взаимосвязи с атмосферой, литосферой (земной корой) и биосферой. Название науки о воде гидрология образовалось из двух греческих слов «гидор» – вода и «логос» – знание, наука.

**Гидрометрическая вертушка** - прибор для измерения скорости движения воды от 0,025 до 5 м/с.

**Гидрометрический створ** - створ через водоток, в котором измеряются расходы воды, наносов и производятся другие виды гидрометрических работ.

**Гиполимнион** – наиболее глубокие слои воды, где температура летом не поднимается выше 5–10°C. На такие глубины проникает мало солнечного света, поэтому здесь практически отсутствуют фотосинтезирующие организмы.

**Длина береговой линии** измеряется по нулевой изобате.

**Длина озера** – кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками береговой линии, измеренное по поверхности.

**Дночерпатель** – это устройство, которое используется для взятия больших объемов донных отложений. Оно оснащено специальными ковшами или корзинами, которые захватывают грунт со дна водоема.

**Донные наносы** - наносы, формирующие речное русло, пойму или ложе водоема и находящиеся во взаимодействии сводными массами.

**Живое сечение** - площадь поперечного сечения речного потока, ограниченная сверху уровнем воды, а снизу смоченным периметром русла.

**Изобата** - линия равных глубин, т. е. линия, соединяющая точки с одинаковыми глубинами, отсчитываемыми от условного (срезочного) уровня, к которому приводится план данного участка реки и лоцманская карта.

**Лиман** - устье реки, имеющее форму воронки.

**Литораль** - прибрежное мелководье, обычно покрыто водной растительностью включает (сублитораль, эулитораль).

**Максимальная ширина озера** – перпендикуляр к длине озера в наиболее широкой его части.

**Максимальная глубина озера** – определяется по журналу промера глубин.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.32/36 |

**Межень** - фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в одни и те же сезоны, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня, и возникающая вследствие уменьшения питания реки. Период, когда питание реки в основном происходит за счет подземных вод.

**Межостровные моря** расположены среди крупных островов или архипелагов.

**Металимнион** - располагается на глубинах 8–14 м, характеризуется резким перепадом температуры воды (слой температурного скачка).

**Мировой океан** - непрерывная водная оболочка земного шара, над которой выступают элементы суши – материки и острова и которая обладает единством, то есть взаимосвязанностью частей и общностью солевого состава.

**Модуль стока** - количество воды, стекающей с единицы площади,  $1 \text{ км}^2$ , за единицу времени, с; это отношение объема воды, проходящего через поперечное сечение реки за определенное время, к площади водосбора. Этот параметр важен для характеристики водоносности территории и часто используется в гидрологических исследованиях.

**Модуль твердого стока** - это отношение твердого стока к расходу воды; позволяет оценить интенсивность поступления твердых частиц в водоем.

**Море** – это сравнительно небольшая часть океана, вдающаяся в сушу или обособленная от других его частей берегами материков, полуостровов и островов. Моря по классификации Ю. М. Шокальского бывают внутренние (межматериковые, внутриматериковые), окраинные и межостровные.

**Морфометрия** – это система количественных показателей, которая позволяет познать процессы, протекающие в водоемах и вызывающие изменения их подводного рельефа.

**Морфометрия озер** изучает ряд числовых характеристик, дающих представление о горизонтальном и вертикальном расчленении озерной котловины.

**Наносы** - твёрдые частицы, переносимые водным потоком. Существуют руслоформирующие и не руслоформирующие наносы. Также наносы можно разделить по форме транспорта на взвешенные и влекомые (донные). Наносы меняют форму транспорта в зависимости от изменений скоростей течения водотока.

Твердые частицы, образованные в результате эрозии водосборов и русел, а также абразии берегов водоемов, переносимые водотоками, течениями в озерах, морях и водохранилищах, и формирующие их ложе.

**Ноль гидрологического поста** - условная горизонтальная плоскость сравнения, принимаемая за ноль отсчёта при измерении уровня воды на гидрологическом посту.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.33/36 |

**Норма стока** - средняя арифметическая величина стока (расхода), вычисленная за длительный (более 50 лет) период.

**Объем стока** - количество воды, протекающее в русле реки через данный замыкающий створ, за определенный промежуток времени.

**Озера** - природные водоемы в углублениях суши (котловинах), заполненные в пределах озерной чаши (озерного ложа) разнородными водными массами и не имеющие одностороннего уклона. Озера не имеют непосредственной связи с Мировым океаном.

**Океан** - часть Мирового океана, расположенная между материками, обладающая большими размерами, самостоятельной системой циркуляции вод и атмосферы, существенными особенностями гидрологического режима.

**Окраинные моря** отделяются от океана островами или вдаются в материк и имеют относительно свободную связь с океаном.

**Паводок** - фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

**Питание рек** – процесс поступления воды в реку, оцениваемый с точки зрения круговорота воды. В зависимости от происхождения выделяют снеговое, дождевое, подземное и ледниковое питание и смешанное.

**Площадь поверхности (зеркала) озера** – площадь водной поверхности без островов.

**Поверхностные воды** - воды, постоянно или временно находящиеся в поверхностных водных объектах.

**Подземное питание** - приток подземных вод в водотоки и водоемы.

**Подземные воды** - воды, в том числе минеральные, находящиеся в подземных водных объектах.

**Пойма** - часть дна долины, прилегающая к руслу водотока и затопляемая при подъемах уровня воды в водотоке.

**Половодье** – фаза гидрологического (водного) режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон года и характеризующаяся наибольшей водностью и продолжительно высоким уровнем воды. Формируется как талыми снеговыми, так и дождевыми водами. Таяние снега на равнинах вызывает интенсивное весеннее половодье.

**Поперечное сечение** - плоскость, перпендикулярная направлению течения (потока) и ограниченная снизу дном, с боков откосами русла, сверху – уровнем поверхности.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.34/36 |

**Профиль реки** - продольный – разрез реки по фарватеру; поперечный – разрез реки поперек русла и долины.

**Профундаль** - охватывает остальную часть озерного дна глубже литорали и имеется только в очень глубоких озерах.

**Пруд** – искусственный водоем, выкопанный до глубины 3–5 м или созданный путем постройки плотины в долинах небольших рек, ручьев, на территории балок либо оврагов. Пруды могут быть плотинными, образующимися в результате запруживания рек и оврагов, копаными, питающимися атмосферными осадками, а также грунтовыми водами, и наливными, наполняемыми водой через специальные каналы из рек и ручьев.

**Расход воды** - количественное значение стока в единицу времени. В гидрологии под речным стоком обычно подразумевается объем стока - объем воды (или минеральных веществ, твердый сток), прошедшей через определенный створ в единицу времени, чаще всего год. Объединяют поверхностный сток (образующийся в результате осадков и снеготаяния) и подземный сток, формируемый за счет грунтовых вод.

**Регулирование стока** - перераспределение во времени естественного стока рек в результате накопления воды в водохранилищах в многоводные периоды (например, весной) и расходования запасов в маловодные периоды. В результате такого регулирования стока высота половодья ниже водохранилища уменьшается, а меженные расходы и глубины увеличиваются за счет пропусков воды из водохранилища.

**Речная система** – совокупность рек, сливающихся вместе и выносящих свои воды в виде общего потока.

**Речной сток** – перемещение воды в виде потока по речному руслу. Происходит под действием гравитации. Является важнейшим элементом круговорота воды в природе, с помощью которого происходит перемещение воды с суши в океаны или области внутреннего стока.

**Русло** - пониженная часть речной долины, по которой течет река.

**Сало** - плывущий по реке в начале ее замерзания тонкий лед в виде ледяных игл и пластинок.

**Соленость воды** – это количество граммов веществ, растворенных в одном литре воды. Соленость измеряется в промилле (‰). Средняя соленость Мирового океана – 35 ‰, это значит, что в 1 литре воды растворено 35 граммов солей и веществ.

**Средняя ширина озера** – частное от деления площади зеркала озера на его длину.

**Средняя глубина озера** – частное от деления объема озера на площадь его зеркала.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.35/36 |

**Сток наносов** - это отношение массы наносов к тому же объему воды.

**Сублитораль** - простирается до нижней границы распространения водной растительности.

**Твердый сток** - это отношение массы сухих донных отложений к объему воды, из которого была взята проба.

**Урез воды** - линия пересечения поверхности воды в реке, озере, канале, водохранилище с берегом. На реке, канале, водохранилище различают урез правого и левого берега.

**Фазы водного режима** – характерные состояния водного режима, повторяющиеся в определенные гидрологические сезоны в связи с изменением условий питания.

**Часовой объем реки** — это количество воды, которое протекает через поперечное сечение реки за один час. Это важный показатель, используемый в гидрологии для оценки водных ресурсов и планирования водопользования.

**Шуга глубинная** (жужга, шорох, шерех) - внутриводный лед, состоящий из взвешенных мелких ледяных кристаллов, соединенных в бесформенные рыхлые, пропитанные водой массы, переносимые течением.

**Шуга поверхностная** - всплывший на поверхность внутриводный лед (донный лед или глубинная шуга).

**Эпилимнион** – верхний слой воды, в глубоких озерах может достигать 5-8 м, в этом слое под влиянием ветра и конвекционных процессов интенсивно перемешиваются водные массы. Здесь отмечены наибольшие количества солнечной энергии, кислорода и самые высокие концентрации органических и минеральных веществ.

**Эулитораль** - расположенная между нижним и верхним пределами колебаний уровня воды в озере.

|                                |                            |         |
|--------------------------------|----------------------------|---------|
| МО-35 02 09-ПМ.01.МДК 01.02.ПЗ | КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» |         |
|                                | ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ          | С.36/36 |

### Список литературы

1. Берникова, Т. А. Гидрология с основами метеорологии и климатологии : учебник для СПО / Т. А. Берникова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. — ISBN 978-5-507-47777-7.
2. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика : учеб. пособие / Т. А. Берникова, Н. Н. Нагорнова, Н. А. Цупикова, А. Н. Малявина. - Москва : Колос, 2008. - 303 с. - ISBN 978-5-10-004000-2.
3. Седых, В. А. Основы гидрологии : учебник / В. А. Седых. - Новосибирск : СГУВТ, 2020. - ISBN 978-5-8119-0831-8.
4. Мурадова, Л. В. Структура и функционирование водных экосистем: практикум : учебное пособие / Л. В. Мурадова, М. В. Сиротина, А. Л. Сиротин. - Кострома : КГУ, 2023. - ISBN 978-5-8285-1254-6.
5. Морозов, А. Е. Метеорология и климатология : учебное пособие / А. Е. Морозов, Н. И. Стародубцева. - Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. - ISBN 978-5-94984-664-3.
6. Гидрология : учебно-методическое пособие / составитель С. Д. Дегтярев. - Воронеж : ВГУ, 2016. - 54 с.
7. Сахненко, М. А. Гидрология : учебное пособие / М. А. Сахненко. - Москва : РУТ (МИИТ), 2010. - 127 с.