

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГИДРОМЕТРИИ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений по специальности
«Мелиорация и водное хозяйство»*

Минск
Издательский центр БГУ
2003

УДК 627.133(075.8)
ББК 26.222я73
В68

А в т о р ы:

**А. А. Волчек, М. Ю. Калинин,
М. Ф. Мороз, Ю. В. Стефаненко**

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат технических наук *А. М. Пеньковская*;
кандидат технических наук, доцент *В. К. Курсаков*

Волчек А. А.

В68 Учебная практика по гидрометрии: Учеб. пособие /
А. А. Волчек, М. Ю. Калинин, М. Ф. Мороз, Ю. В. Стефа-
ненко. — Мн.: Изд. центр БГУ, 2003. — 310 с.: ил. 99,
табл. 33.

ISBN 985-476-084-7.

Учебное пособие содержит указания по проведению и органи-
зации работ в студенческих бригадах, сведения о правилах тех-
ники безопасности и охране окружающей среды. Рассмотрены
основные гидрометрические приборы и правила работы с ними.
Приведены рекомендации по подготовке к полевой практике и др.

Пособие предназначено для студентов вузов по специальнос-
ти «Мелиорация и водное хозяйство». Представляет интерес для
специалистов в области водохозяйственного строительства, гидро-
мелиорации, экологов, а также для преподавателей вузов, аспи-
рантов и студентов специальностей, связанных с природопользо-
ванием.

**УДК 627.133(075.8)
ББК 26.222я73**

ISBN 985-476-084-7

© Коллектив авторов, 2003

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время среди проблем, стоящих перед человечеством, все чаще на первое место выдвигается проблема воды. Это вызвано тем, что состояние и развитие как биосферы, так и человеческого общества находятся в тесной зависимости от состояния водных ресурсов. Они определяют развитие экономики и благосостояния населения, в связи с чем рациональное использование и защита от загрязнения поверхностных и подземных вод является одной из основных задач не только государственных, но и общественных организаций.

Водные ресурсы (особенно поверхностные воды) обладают высокой чувствительностью к изменению климата, поэтому в условиях его потепления для разработки мер адаптации водного хозяйства и водных экосистем, необходима единая информационная система для оценки изменения водного режима не только по всей стране, но и отдельных ее регионов.

В последние десятилетия пресные водные ресурсы претерпели значительные трансформации, связанные не только с изменением климата, но и антропогенным воздействием. Это воздействие в первую очередь связано с урбанизацией территории, ростом городов и населенных пунктов, химизацией сельского хозяйства и быта человека. Особенно изменилось качество природных вод. В настоящее время уже стало редкостью получить пробу поверхностных и подземных вод из верхних горизонтов, в которых не нашлось бы заметных следов антропогенных загрязнений. Данное обстоятельство часто требует при использовании природных вод сложных инженерных решений.

Вода является незаменимым для человека ресурсом, требующим постоянного учета. Необходимость количественного и качественного учета состояния водных ресурсов, постоянное совершенствование методов и средств гидрологических наблюдений, составляющих предмет гидрометрии как научной дисциплины, находится в центре внимания специалистов, работающих в области гидрологии и водного хозяйства.

Гидрометрия является частью более обширной науки – гидрологии. Слово «гидрометрия» образовано из сочетания двух греческих

слов: *водор* – вода и *метр*ею измеряю, т. е. «водомерие», измерения воды, которые называются *водомерными наблюдениями*.

Гидрометрия – это наука о методах и средствах определения величин, характеризующих движение и состояние жидкости и режим водных объектов. В задачу гидрометрии входит определение уровней, глубин, рельефа дна и свободной поверхности потока; напоров и давлений; параметров волн; гидравлических уклонов; расходов жидкости; мутности потока; расходов наносов и пульпы; элементов термического и ледового режимов потоков.

Необходимость эффективного использования водных ресурсов и рациональной эксплуатации гидромелиоративных систем, гидротехнических сооружений и гидроэлектростанций, мостов, автомобильных и железных дорог обусловили формирование и развитие эксплуатационной гидрометрии. Ее задачи: гидрометрические работы в период строительства и ввода в эксплуатацию гидротехнических сооружений и мостов; наблюдения за влиянием вводимых сооружений на гидравлические элементы потока и воздействием потока на сооружения; наблюдения за деформациями естественного русла, в особенности вблизи сооружений, пропуском паводка и воздействием ледохода на сооружения; гидрометрические исследования при перекрытии русел рек и переводе потока на водосбросные сооружения и т. д.

Современная гидрометрия ориентирована на оптимизацию методов наблюдений по важнейшему критерию – повышению точности и достоверности результатов измерений при экономии или без существенного увеличения затрат времени и средств. Учитывая активную взаимосвязь поверхностных и подземных вод для условий Беларуси, в пособие включены вопросы практической гидрометрии подземных вод и отдельные теоретические вопросы.

Целью гидрологических изысканий является получение сведений и характеристик по гидрологическому режиму водоисточника, в качестве которого могут выступать поверхностные и подземные воды отдельных его участков или в заданных створах, необходимых для обоснования проектов водохозяйственного и гидромелиоративного строительства, а также для составления водного баланса. Полевые

гидрологические изыскания проводятся для всех стадий проектирования. Детализация их определяется заданием на изыскания.

Состав и объем гидрологических изысканий зависят от гидрологической изученности, характера гидрологического режима водотока, вида гидромелиораций, проектируемого сооружения или от стадии проектирования. При наличии на реке государственных водомерных гидрологических постов, полевые работы на изучаемом участке или в намеченном створе сооружения проводятся в том случае, если между этими створами имеются приточность или потеря стока, а также если площадь водосбора в этих створах различается более, чем на 30%. Гидрометрические работы на отдельных участках водотоков выполняются с целью привязки данных наблюдений к многолетним наблюдениям опорной сети. Продолжительность новых наблюдений за природными водами должна быть не менее года. При проектировании крупных оросительных, обводнительных или осушительных систем стационарные гидрологические и гидрогеологические наблюдения над основными характеристиками режима водоисточника (или водоприемника) ведутся в течение всего периода проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Настоящее пособие является практическим руководством для студентов водохозяйственных специальностей при прохождении учебной гидрометрической (гидрологической) практики на водных объектах и связанных с ними подземных водах, а также может быть полезным при изучении теоретического курса по гидрометрии. При написании учебного пособия авторы обобщили личный многолетний опыт проведения гидрометрических практик, а также использовали исследования в области гидрометрии ведущих специалистов Беларуси, России, республик Прибалтики, Центральной Азии и др.

Термины и определения, принятые в учебном пособии, соответствуют наставлениям, ГОСТам и положениям и другим нормативным документам, установленным в методических руководствах по ведению Государственного водного кадастра.

Авторы выражают искреннюю благодарность ведущему научному сотруднику Центрального научно-исследовательского института комплексного использования водных ресурсов, кандидату технических

наук А. М. Пеньковской и доценту кафедры гидравлики и строительной механики Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, кандидату технических наук В. К. Курсакову за ценные советы и замечания, сделанные при рецензировании рукописи.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Общие сведения о практике и подготовка к полевым работам	7
1.1. Задачи и организация гидрометрической практики	7
1.2. Учебно-исследовательская работа студентов	11
1.3. Правила внутреннего распорядка, обязанности бригадира и членов бригады	14
1.4. Техника безопасности на гидрометрической практике ..	15
1.5. Определение морфометрических характеристик реки и ее бассейна	22
1.6. Общие сведения о подземных водах	34
Глава 2. Организация водомерных наблюдений	50
2.1. Выбор участка реки для наблюдений за уровнями воды ..	50
2.2. Топографические работы при организации гидрологических постов	52
2.3. Устройство водомерного поста	56
2.4. Открытие гидрологического поста и техническая документация	65
2.5. Наблюдения за уровнем и продольным уклоном водной поверхности	66
2.6. Наблюдения за термическим режимом рек	70
2.7. Визуальные наблюдения за состоянием водных объектов	72
Глава 3. Измерение глубин и русловые съемки	75
3.1. Средства и методы для измерения глубин и профилей дна	75
3.2. Способы выполнения промерных работ	82
3.3. Обработка результатов промерных работ	89
3.4. Оценка точности определения параметров водного сечения	96
Глава 4. Измерение скоростей течения воды	98
4.1. Распределение скоростей течения воды в русле	98
4.2. Методы измерения скоростей течения воды	100
4.3. Классификация приборов для измерения скорости течения воды	101
4.4. Измерение скорости течения воды с помощью гидрометрических вертушек	108
4.5. Измерение скорости течения воды с помощью гидрометрических поплавков	117

Глава 5. Определение расходов воды различными методами . . .	127
5.1. Общие принципы определения расходов воды	127
5.2. Измерение расхода воды гидрометрической вертушкой	128
5.3. Измерение расхода воды в различных условиях	129
5.4. Вычисление расхода воды аналитическим способом	131
5.5. Измерение расхода воды поплавками	135
5.6. Вычисление расхода воды, измеренного гидрометрическими поплавками	136
5.7. Ускоренные методы измерения расходов воды	140
5.8. Определение расходов воды с интеграцией поверхностных скоростей по косым галсам	144
5.9. Измерение расходов воды на малых реках	147
5.10. Определение расходов воды водосливами с тонкой стенкой	148
5.11. Определение максимальных расходов воды по меткам уровней	158
5.12. Оценка погрешности, текущий контроль измерений расходов воды	163
Глава 6. Организация наблюдений за твердым стоком	166
6.1. Общие сведения о твердом стоке	166
6.2. Наблюдения за стоком взвешенных наносов	170
6.3. Измерение расхода взвешенных наносов	177
6.4. Взятие единичных и контрольных проб воды на мутность и для определения крупности взвешенных наносов	182
6.5. Вычисление расходов взвешенных наносов	183
6.6. Приборы для взятия проб донных наносов	189
6.7. Измерение и вычисление расхода донных наносов	191
Глава 7. Организация наблюдений за грунтовыми водами	193
7.1. Основные виды движения подземных вод	193
7.2. Изучение режима подземных вод	203
7.3. Наблюдения за уровнями грунтовых вод на мелиоративных землях	205
7.4. Изучение уровней подземных вод и определение их расхода с построением кривых депрессий	208
7.5. Расчет подпора грунтовых вод	221
7.6. Расчет потерь на фильтрацию из водохранилищ и каналов	231
Глава 8. Наблюдения за химическим составом, качеством воды и гидрохимическим режимом речных и грунтовых вод	248
8.1. Химический состав природных вод	248

8.2. Система наблюдений и контроля за качеством воды рек	250
8.3. Наблюдение за химическим составом воды	251
8.4. Определение расхода растворенных веществ	259
8.5. Типы химического анализа воды при гидрогеологических исследованиях	260
8.6. Жесткость воды	266
8.7. Агрессивность воды	267
8.8. Полевые гидрохимические лаборатории	269
Литература	271
Приложения	272
Приложение А. Перечень необходимых приборов, оборудования и учебных пособий для гидрометрической практики	272
Приложение Б. Контрольный лист по технике безопасности	273
Приложение В. Поверки геодезических приборов и инструментов	274
Приложение Г. Журнал нивелировки водомерного поста	278
Приложение Д. Техническое дело	279
Приложение Е. Книжка водомерных наблюдений КГ-1	285
Приложение Ж. Книжка для записи измерения расхода воды	287
Приложение К. Значения коэффициента Шези C по формуле Н. Н. Павловского	295
Приложение Л. Опросный лист	296
Приложение М. Книжка для записи измерения расхода воды и расхода взвешенных наносов	298

Учебное издание

Волчек Александр Александрович
Калинин Михаил Юрьевич
Мороз Михаил Федорович
Стефаненко Юрий Васильевич

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГИДРОМЕТРИИ

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *А. А. Волчек*

Дизайн обложки *Л. В. Леденевой*
Корректоры *Е. В. Семенчукова, Д. В. Шлыков*
Компьютерная графика *И. А. Борздуи*
Компьютерный набор *Н. Н. Шпендик*

Подписано в печать 18.04.2003. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,13. Уч.-изд. л. 19,5.
Тираж 150 экз. Зак. 156.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Лицензия ЛВ № 527 от 22.01.2002.
220030, Минск, ул. Красноармейская, 6.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика.
Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Лицензия ЛП № 461 от 14.08.2001.