

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве пособия для учащихся
учреждений среднего специального образования, обучающихся
по специальности 2-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство*

Горки
БГСХА
2013

УДК 626.8 (075.8)

ББК 38.77 (Я73)

Г46

*Одобрено методической комиссией
мелиоративно-строительного факультета
27 мая 2013 г. (протокол № 9)
и Научно-методическим советом БГСХА
27 июня 2013 г. (протокол № 10)*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Н. Н. Водчиц*;
доктор географических наук, профессор *А. А. Волчек*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. И. Желязко*;
кандидат технических наук, доцент *М. В. Нестеров*;
инженер-гидротехник *В. Ф. Дробышев*

Рецензенты:

кандидат технических наук, заведующий лабораторией гидротехники РУП
«Институт мелиорации» НАН Беларуси *В. Н. Карнаухов*;
заведующий отделением мелиорации и водного хозяйства
УО «Пинский государственный аграрно-технический колледж
им. А. Е. Клещеева» *П. С. Аленков*

Гидротехнические сооружения: пособие /
Г 46 Н. Н. Водчиц [и др.]. – Горки : БГСХА, 2013. – 329 с: ил.
ISBN 978-985-467-465-0.

Изложены понятия о фильтрации воды в основаниях гидротехнических сооружений, методы фильтрационных расчетов. Даны описания конструкций сооружений мелиоративных систем, водоподпорных сооружений, а также схемы и описания речных водозаборных гидроузлов. По отдельным темам разработана методика проведения лабораторно-практических занятий.

Для учащихся учреждений среднего специального образования, обучающихся по специальности 2-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство.

УДК 626.8 (075.8)

ББК 38.77 (Я73)

ISBN 978-985-467-465-0

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Водные ресурсы и водное хозяйство Республики Беларусь. Водные ресурсы Земли и ее гидросферу составляют океаны, моря, реки, родники, озера, подземные воды и пары воды. Общий объем этих ресурсов составляет примерно 1,39 млрд. км³, из них 96,4 % приходится на соленую воду, 1,86 % – воду в виде льда, 2,64 % – пресную воду.

Таким образом, запасы пресной воды, столь необходимой для жизни человека, ограничены, и ее надо разумно использовать с учетом все возрастающей в ней потребности.

Республика Беларусь считается средне обеспеченной водными ресурсами. Ведущими направлениями отраслевого использования воды в республике являются: коммунально-бытовое и производственно-техническое водоснабжение, рыбоводство и орошение земель.

В хозяйственном и биологическом обороте интенсивно участвуют поверхностные воды – реки, озера, водохранилища. В Беларуси насчитывается более 20,8 тыс. рек общей протяженностью 90,6 тыс. км. В зависимости от условий года суммарный сток может достигать в очень многоводный год 82,1 км³ или, наоборот, уменьшится в очень маловодный год до 41,6 км³. Примерно 1,5 % территории республики занято озерами и водохранилищами, число которых достигает около 10,8 тыс.

За счет атмосферных осадков в средний по водности год на территорию республики поступает 155,4 км³ воды; из них 119 км³ испаряется, 36,4 км³ уходит на другие территории в виде стока. На территорию нашей республики поступает с соседних территорий 22,8 км³. Таким образом, общие ресурсы поверхностных вод в средний по водности год составляют 56,9 км³. Кроме поверхностных вод Беларусь располагает и подземными водами. Общие эксплуатационные ресурсы подземных вод составляют 44,3 млн. м³/сут, из них используется более 2,7 млн. м³/сут. При общем балансе использования воды из всех источников 4,5 млн. м³/сут подземные воды составляют около 60 %. Распределение поверхностных и подземных вод по территории Беларуси неравномерно. Неравномерное распределение их и в течение года, поэтому приходится прибегать к его регулированию.

Вода, наряду с другими естественными запасами, составляет богатство нашей республики. Использование ее осуществляется водным хозяйством, представляющим собой отрасль народного хозяйства, в задачи которой входит учет, изучение и комплексное использование поверхностных и подземных вод (включая охрану вод и борьбу с ущербом, причиняемым народному хозяйству наводнениями, селями, а также вопросы водного права).

Водное хозяйство включает: гидротехническую (инженерную) мелиорацию (орошение и осушение земель, обводнение пастбищ и сельскохозяйственное водоснабжение); гидроэнергетику; водный транспорт (судоходство и лесосплав); водоснабжение и водоотведение (канализация); использование водных недр (разведение и лов рыбы, добыча солей и пр.); регулирование рек для борьбы с наводнениями и пр.

Водные ресурсы, как правило, используются комплексно с учетом запросов различных отраслей водного хозяйства. Огромное значение при этом приобретают вопросы охраны водных ресурсов от загрязнения отходами промышленности, нерационального их использования и пр.

Повышение эффективности использования огромной площади прудов и водохранилищ, улучшение экологического состояния и освоение естественных водоисточников составляют огромный резерв увеличения товарной рыбной продукции и повышения результативности сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях.

Краткие исторические сведения о развитии водохозяйственного строительства. Строительство гидротехнических сооружений развивалось в разных странах в соответствии с общим развитием водного хозяйства. Искусство строить гидротехнические сооружения (ГТС) было известно с древнейших времен, причем довольно крупные сооружения создавали уже при рабовладельческом строе. В Египте за 4 тыс. лет до н. э. была построена каменная плотина Кошейн. Относительно сложные сооружения для орошения земель возводились в IX–VIII вв. до н. э. в Урарту и Хорезме. За 500 лет до н. э. проводились работы по регулированию рек Тигр и Евфрат.

В феодальный период из-за частых войн экономика не могла широко развиваться, гидротехническое строительство свелось к устройству малых сооружений – водяных мельниц, сооружений для водоснабжения городов и замков. Развитие торговли потребовало улучшения судоходных условий рек, и в Европе в XVI в. н. э. строят первые судоходные шлюзы. Новый подъем гидротехнического строительства начался в конце XIX – начале XX в. после изобретения гидравлических турбин и внедрения в промышленность электричества, а также появления бетона и железобетона.

В XX в. гидротехническое строительство продолжает интенсивно развиваться, чему способствует общий подъем в науке и технике. Построено и строится множество выдающихся ГТС. Высота отдельных плотин достигает 200–300 м (высота плотины Вайонт в Италии – 266 м, Нурекской в Таджикистане – 305 м, Ингурской в Грузии – 271,5 м, Чиркейской в Казахстане – 236 м), объемы работ по гидроузлам составляют несколько миллионов кубических метров (плотина в Пакистане Тарбела имеет объем грунта

120 млн. м³, а плотина Нью-Корнелия Теллина в США – 209 млн. м³, Нурекская в Таджикистане – 58 млн. м³).

В целях освоения природных богатств Сибири началось интенсивное строительство мощных ГЭС – высоких плотин в суровых климатических условиях на крупных сибирских реках – Оби (Новосибирская ГЭС), Иртыше (Усть-Каменогорская и Бухтарминская ГЭС), Ангаре (Иркутская, Братская, Усть-Илимская ГЭС), Енисее (Красноярская и Саяно-Шушенская ГЭС). Крупные плотины стали возводить на Кавказе (грунтовая плотина высотой около 80 м Мингечаурская ГЭС, Ингурская плотина высотой 271,5 м – самая высокая в мире арочная плотина) и в Средней Азии (иригационные водохранилища Андижанское и Кировское с массивно-контрфорсными плотинами высотой 115 и 84 м, самая высокая в мире плотина из грунтовых материалов – Нурекская высотой 305 м). Ведутся работы по осушению земель Полесья, Барабинской степи, Прибалтики.

В Беларуси в последние годы построено большое количество прудов и водохранилищ, ряд крупных мелиоративных систем и водохозяйственных комплексов: «Любань», «Красная Слобода», «Локтыши», «Селец» и др. Суммарная площадь прудов и водохранилищ отдельных водохозяйственных комплексов составляет 3–5 тыс. га. Действует одна из крупнейших в западном регионе Вилейско-Минская водная система, обеспечивающая переброску стока р. Вилии в водопитающую систему г. Минска. Осуществляется строительство крупных гидротехнических систем и комплексов в бассейне р. Припяти по защите территорий от затопления. При строительстве водохозяйственных комплексов на маловодных источниках впервые в отечественной практике применены водооборотные системы. Принципиальная особенность таких систем заключается в сборе и возврате в водоемы фильтрационных и непроемочных расходов, что позволяет увеличить производительную мощность объекта и улучшить экологическое состояние водоприемника.

В настоящее время в республике поставлена задача, направленная не на мелиорацию земель, а на реконструкцию эксплуатируемых водохозяйственных комплексов и мелиоративных систем. Для эффективного их использования необходимы прогрессивные, надежные энерго- и материалосберегающие промышленные конструкции гидротехнических сооружений.

Нормативные документы, используемые при проектировании гидротехнических сооружений. Проектирование и строительство всех гидротехнических сооружений на территории Республики Беларусь ведется в соответствии с нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации (ТНПА). Основные из них ТКП (техниче-

ский кодекс сложившейся практики), которые являются обязательными документами для всех проектных и строительных организаций.

ТКП 45-3.04-169–2009 (02250) Гидротехнические сооружения. Строительные нормы проектирования.

ТКП 45-3.04-8–2005 (02250) Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования.

ТКП 45-4.01-30–2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования.

ТКП 45-5.09-33–2006 (02250) Антикоррозионные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений. Правила устройства.

ТКП 45-2.01-111–2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования.

ТКП 45-3.04-168–2009 (02250) Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения.

ТКП 45-3.04-170–2009 (02250) Гидрологические сооружения. Правила определения нагрузок и воздействий (волновых, ледовых и от судов).

ТКП 45-3.04-171–2009 (02250) Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Строительные нормы проектирования.

ГОСТ 9.602–2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

ГОСТ 19185–73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 26775–97 Габариты подмостовых судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования.

СНБ 1.02.01–96 Инженерные изыскания для строительства.

СНБ 1.02.0–97 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений.

СНБ 1.03.02–96 Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве.

П1-03 к СНБ 1.02.01–96 Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания для мелиоративного и водохозяйственного строительства.

П1-98 к СНиП 2.01.14–83 Определение расчетных гидрологических характеристик.

Так как СНБ, СНиП, пособие к СНБ и СНиП имеют статус технических нормативных правовых актов на переходный период, то они будут заменены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Зако-

ном Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Общие вопросы проектирования гидротехнических сооружений.

Разработку проектной документации на объекты гидротехнического строительства ведут, как правило, в две стадии. При двухстадийном проектировании в состав проектной документации входят: архитектурный проект «А» – первая (утвержденная) стадия и строительный проект «С» – вторая стадия разработки. При одностадийной разработке – строительный проект с выделенной утверждаемой архитектурной частью.

В целом проектная документация на строительство – это система взаимосвязанных документов, разработанных в соответствии с нормативной документацией и служащая основой для строительства.

В одну стадию проектируются объекты, строить которые будут по типовым или повторно применяемым проектам, а также проекты технически несложные.

В две стадии проектируются все другие объекты строительства, в том числе крупные и сложные.

Разрабатывают проекты на основе обосновывающих материалов (акт обследования района строительства, решение соответствующей организации о необходимости строительства данного объекта, материалы комплексных изысканий и др.). При составлении рабочей документации по отдельным особо крупным объектам проектные организации могут осуществлять дополнительные проработки, уточняющие материалы проекта.

Сметная стоимость строительства в сводном сметном расчете определяется: при одностадийном проектировании – по сметам и типовым и повторно применяемым, экономичным и прогрессивным индивидуальным проектам, привязанным к местным условиям строительства, и сметам, составленным по рабочим чертежам; при двухстадийном – по укрупненным сметным нормативам. Сметную стоимость отдельных объектов определяют по сметам, составленным по рабочим чертежам. После утверждения она является лимитом на весь период строительства.

При проектировании руководствуются нормативами (ТНПА, ведомственные нормы), стандартами на материалы и изделия, каталогами типовых проектов и оборудования и др. При этом необходимо учитывать новые достижения в науке и технике, прогрессивные инженерные решения, проводить необходимые научные исследования. Документация, выполненная с отступлением от действующих нормативов, подлежит согласованию с утвердившими ее организациями.

Проекты объектов строительства подвергаются экспертизе и утверждаются в установленном порядке.

Роль инженерных изысканий и научных исследований в надежном и экономичном проектировании гидротехнических объектов велика.

В ряде случаев в процессе проектирования и строительства уникальных сооружений проводят отработку прогрессивных методов и средств производства, работ и испытания опытных фрагментов конструкций.

В гидромелиоративном строительстве широко используются типовые проекты, особенно для небольших сетевых сооружений гидромелиоративных систем. Большая работа проводится по совершенствованию типовых проектов, снижению материалоемкости и соответственно стоимости сооружений. При проектировании широко применяются ЭВМ и автоматизированные системы проектирования водохозяйственных объектов.

Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

1.1. Понятие о гидротехнических сооружениях и их классификация

Отрасль науки и техники по использованию водных ресурсов и борьбе с вредными воздействиями воды при помощи специальных сооружений и оборудования относится к гидротехнике. Она включает выбор и обоснование водохозяйственных мероприятий, а также изыскания, проектирование, возведение, эксплуатацию и исследование гидротехнических сооружений.

Гидротехническими сооружениями называют сооружения, предназначенные для использования природных водных ресурсов или предотвращения вредного воздействия на окружающую среду, или иначе, это инженерные сооружения, с помощью которых непосредственно осуществляются водохозяйственные мероприятия.

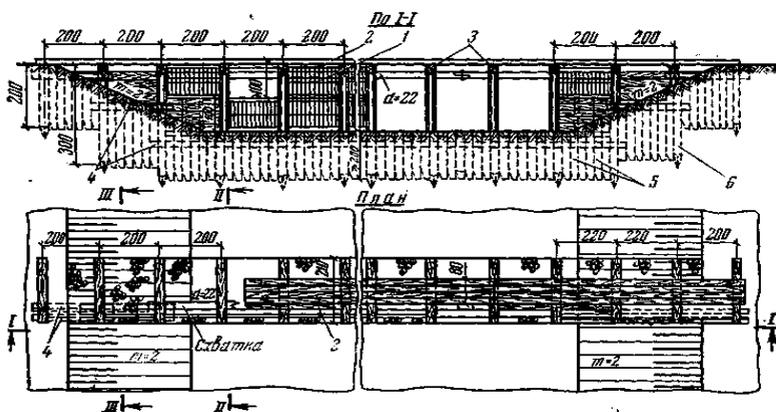


Рис. 177. Верховина:

1 – металлическая сетка; 2 – настил из досок; 3 – насадка;
4 – направляющие бревна; 5 – дощатый шпунт; 6 – маячные сваи

Подобно верховинам на основном канале рыбосборно-осушительной системы нагульных прудов строят рыбозаградители. Располагают их поперек основного канала для концентрации рыбы на отдельных его участках. Это затопляемые сооружения со съёмными решетками.

Во всех видах прудов для защиты рыбы от выноса ее в донные водоспуски используют сетчатые заграждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нестеров, М. В. Гидротехнические сооружения / М. В. Нестеров. – Минск: Новое зрение, 2006. – 616 с.
2. Нестеров, М. В. Гидротехнические сооружения и рыбоводные пруды: учеб. пособие / М. В. Нестеров, И. М. Нестерова. – М., 2012. – 682 с.
3. Нестеров, М. В. Рыбохозяйственная гидротехника; учеб. пособие / М. В. Нестеров, Н. В. Васильева. – Горки: БГСХА, 2012. – 303 с.
4. Нестеров, М. В. Гидротехнические сооружения: лаб. практикум / М. В. Нестеров, Т. Н. Ткачева. – Горки: БГСХА, 2012. – 89 с.
5. Алтунин, В. С. Мелиоративные каналы в земляных руслах / В. С. Алтунин – М.: Колос, 1979. – 254 с.
6. Алтунин, С. Т. Водозаборные узлы и водохранилища / С. Т. Алтунин. – М.: Колос, 1964. – 123 с.
7. Бочкарев, Я. В. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в гидромелиорации / Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

8. Гидротехнические сооружения / под ред. М. М. Гришина – М.: Высш. шк., 1979.–Ч. 1. – 610 с.
9. Гидротехнические сооружения / под ред. Н. П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с.
10. Журавлев, Г. И. Земляные плотины / Л. И. Журавлев. – М.: Колос, 1966. – 280 с.
11. Журавлев, Г. И. Гидротехнические сооружения / Г. И. Журавлев. – М.: Колос, 1979. – 423 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для с.-х. техникумов).
12. Мойс, П. П. Шахтные водосбросы / П. П. Мойс. – М.: Энергия, 1970. – 76 с.
13. Моисеев, С.Н. Каменно-земляные плотины / С. Н. Моисеев, И. С. Моисеев. – М.: Энергия, 1977.– 219 с.
14. Ничипорович, А. А. Плотины из местных материалов / А. А. Ничипорович.– М.: Стройиздат, 1973. – 319 с.
15. Орлова, З. П. Рыбохозяйственная гидротехника / З. П. Орлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 280 с.
16. Попов, К. В. Гидротехнические сооружения / К. В. Попов – М.: Сельхозиздат, 1963. – 258 с.
17. Попова, В. Я. Гидротехнические сооружения / В. Я. Попова, М. П. Беликов. – М.: Стройиздат, 1973. – 245 с.
18. Попов, К. В., Сооружения на мелиоративных каналах / К. В. Попов, С. Н. Корюкин. – М.: Колос, 1972. – 152 с.
19. Попов, М. А. Природоохранные сооружения / М. А. Попов, И. С. Румянцев. – М.: Колос, 2005. – 520 с.
20. Полонский, Г. А. Механическое оборудование гидротехнических сооружений / Г. А. Полонский. – М.: Энергия, 1982. – 348 с.
21. Розанов, Н. Н. Плотины из грунтовых материалов / Н. Н. Розанов. – М.: Стройиздат, 1983. – 246 с.
22. Румянцев, И. С. Гидротехнические сооружения / И. С. Румянцев, В. Ф. Мацяя. – М.: Агропромиздат, 1988. – 430 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов).
23. Справочник проектировщика. Гидротехнические сооружения / под общ. ред. В. П. Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 544 с.
24. Чугаев, Р. Р. Гидротехнические сооружения / Р. Р. Чугаев. – М.: Агропромиздат, 1985. Ч. I и II. – 318 и 302 с.
25. ТКП 45-3.04-169–2009 (02250) Гидротехнические сооружения. Строительные нормы проектирования. – Минск, 2009. – 41 с.
26. ТКП 45-3.04-150–2009 (02250) Плотины из грунтовых материалов. Строительные нормы проектирования. – Минск, 2009. – 80 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ.....	9
.....	9
1.1. Понятие о гидротехнических сооружениях и их классификация.....	11
1.2. Взаимодействие водного потока с гидротехническими сооружениями....	
1.3. Влияние гидротехнических сооружений на прилегающую террито- рию.....	12
1.4. Основания гидротехнических сооружений.....	13
Раздел 2. ФИЛЬТРАЦИЯ ВОДЫ В ОСНОВАНИЯХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	18
2.1. Общие сведения о фильтрационном потоке в грунтах основа- ния.....	18
.....	19
2.2. Основные законы и расчетные условия при фильтрации.....	22
2.3. Флютбет гидротехнических сооружений и его составные части.....	
2.4. Основные методы и порядок фильтрационных расчетов гидротехнических	24

сооружений.....	25
2.5. Определение основных размеров подземного контура флюتبета.....	
2.6. Расчет флюتبета гидротехнических сооружений методом коэффициентов сопротивлений.....	26
2.7. Расчет флюتبета гидротехнических сооружений по гидродинамической сетке.....	29 31
2.8. Приближенные методы фильтрационных расчетов.....	
2.9. Роль дренажей и шпунтовых стенок в подземном контуре гидротехнических сооружений.....	31 33
2.10. Фильтрационные деформации грунтов.....	
Раздел 3. КАНАЛЫ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ	38
НА НИХ.....	38
3.1. Каналы.....	38
3.1.1. Общие сведения о каналах.....	
3.1.2. Гидравлический расчет поперечного сечения канала и проверка на допус- каемые скорости течения воды.....	40 47
3.1.3. Потери воды из каналов на испарение и фильтрацию.....	54
3.1.4. Зимний режим каналов.....	55
3.2. Регулирующие сооружения на каналах.....	55
3.2.1. Общие сведения о регулирующих сооружениях.....	56
3.2.2. Открытые шлюзы-регуляторы.....	62
3.2.3. Трубы-регуляторы.....	65
3.2.4. Распределительные узлы шлюзов-регуляторов.....	68
3.2.5. Сооружения, обеспечивающие подачу воды потребителю.....	72
3.2.6. Сооружения, обеспечивающие нормальный режим работы канала.....	77
3.2.7. Гидравлический расчет шлюза-регулятора.....	83
3.3. Водопроводящие сооружения на каналах.....	83
3.3.1. Общие сведения. Конструкция дюкеров и труб на каналах.....	87
3.3.2. Конструкция лотков, акведуков, сепепроводов и ливнепроводов.....	92
3.3.3. Гидротехнические тоннели.....	98
3.4. Сопрягающие сооружения на каналах.....	98
3.4.1. Общие сведения о сопрягающих сооружениях.....	100
3.4.2. Конструкция и расчет перепадов.....	105
3.4.3. Конструкция и расчет быстротока.....	112
3.4.4. Конструкция и расчет консольных сбросов.....	
	124
Раздел 4. ЗАТВОРЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	124
4.1. Общие сведения и классификация затворов.....	125
4.2. Общие условия работы затворов.....	126
4.3. Конструкция и расчет простейших затворов.....	128
4.4. Конструкция и расчет плоских ригельных затворов.....	133
4.5. Криволинейные затворы поверхностных отверстий.....	138
4.6. Затворы глубинных отверстий.....	142
4.7. Затворы-автоматы мелиоративных сооружений.....	154
4.8. Особенности эксплуатации затворов.....	160
Раздел 5. ПЛОТИНЫ И ВОДОПРОПУСКНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.....	160
5.1. Плотины из грунтовых материалов.....	163
5.1.1. Грунты для тела плотины и основания.....	
5.1.2. Выбор створа плотины. Характерные уровни и объемы в водохранили- ще.....	164 166
5.1.3. Проектирование поперечного профиля грунтовой плотины.....	173
5.1.4. Крепление откосов грунтовых плотин.....	
5.1.5. Противофильтрационные и дренажные устройства в теле и основании	178

грунтовых плотин.....	181
5.1.6. Фильтрация в грунтовых плотинах и ее расчет.....	186
5.1.7. Расчет устойчивости откосов грунтовых плотин.....	189
5.1.8. Расчет осадок тела и основания грунтовых плотин.....	191
5.1.9. Намывные грунтовые плотины.....	195
5.1.10. Каменно-набросные плотины.....	198
5.1.11. Каменно-грунтовые плотины.....	208
5.2. Водопропускные сооружения гидроузлов.....	208
5.2.1. Общие сведения о водосбросах и их конструкции.....	210
5.2.2. Расчетные расходы водосбросных сооружений.....	211
5.2.3. Открытые береговые регулируемые поверхностные водосбросы.....	216
5.2.4. Открытые нерегулируемые береговые водосбросы.....	218
5.2.5. Водосбросы с заглубленными водосбросными трактами.....	221
5.2.6. Водоспуски и водовыпуски.....	230
5.3. Бетонные гравитационные плотины.....	230
5.3.1. Общие сведения и классификация бетонных гравитационных плотин, требования, предъявляемые к основаниям.....	232
5.3.2. Проектирование поперечного профиля глухой бетонной гравитационной плотины.....	239
5.4. Бетонные водосбросные плотины.....	239
5.4.1. Профили водосбросных плотин, быки и устои, деформационные швы.....	242
5.4.2. Составные части бетонных водосливных плотин на нескальном основании.....	247
5.4.3. Общие вопросы проектирования устройств нижнего бьефа водопропускных сооружений.....	250
5.4.4. Гидравлические расчеты бетонных водосливных плотин.....	252
5.4.5. Расчет на прочность и устойчивость плотин.....	252
5.4.5.1. Основные положения расчетов бетонных плотин по предельным состояниям.....	253
5.4.5.2. Силы и нагрузки, действующие на гидротехнические сооружения.....	255
5.4.5.3. Расчеты бетонных плотин на прочность и устойчивость.....	261
5.5. Бетонные и железобетонные контрфорсные и арочные плотины.....	261
5.5.1. Общие сведения и классификация контрфорсных плотин.....	262
5.5.2. Контрфорсные плотины с плоскими напорными перекрытиями.....	265
5.5.3. Многоарочные и многокупольные плотины.....	265
5.5.4. Гравитационно-контрфорсные плотины.....	266
5.5.5. Расчет контрфорсных узлов.....	267
5.5.6. Общие сведения и классификация арочных плотин.....	269
5.5.7. Требования к геологическим и топографическим условиям створа плотин.....	269
5.5.8. Краткая характеристика методов расчета арочных плотин.....	272
5.5.9. Конструктивные особенности арочных плотин.....	274
Раздел 6. ГИДРОУЗЛЫ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	274
6.1. Общие сведения о гидроузлах, их классификация и компоновка.....	283
6.2. Речные водозаборные узлы.....	283
6.2.1. Общие сведения о речных водозаборных сооружениях и их классификация.....	284
6.2.2. Выбор места расположения речного водозаборного узла.....	284
6.2.3. Общие условия компоновки водозаборов.....	285
6.2.4. Бесплотинные водозаборы и их применение.....	287
6.2.5. Типы бесплотинных водозаборов.....	291
6.2.6. Расчеты бесплотинных водозаборов.....	293

6.2.7. Боковые плотинные водозаборы.....	298
6.2.8. Фронтальные плотинные водозаборы.....	302
6.2.9. Глубинные водозаборы.....	305
6.2.10. Общие сведения об отстойниках.....	310
6.2.11. Отстойники с периодической промывкой наносов.....	312
6.2.12. Отстойники с непрерывной промывкой наносов.....	313
6.2.13. Ирригационные отстойники.....	314
6.2.14. Расчет отстойников.....	316
6.3. Гидротехнические сооружения прудовых хозяйств.....	316
6.3.1. Краткие сведения о прудовых и рыбоводных хозяйствах.....	318
6.3.2. Гидротехнические сооружения рыбоводных хозяйств.....	324
ЛИТЕРАТУРА.....	

Учебное издание

Водчиц Николай Николаевич
Волчек Александр Александрович
Желязко Владимир Иосифович и др.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Пособие

Редактор *Н. А. Матасёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. М. Павлова*
Компьютерная верстка *И. М. Нестеровой*

Подписано в печать 30.08.2013. Формат 60 Ч 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 19,53. Уч.-изд. л. 17,88.
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
ЛИ № 02330/0548504 от 16.06.2009.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.