

Ю.П. ПРАВДИВЕЦ

**ВВЕДЕНИЕ
В ГИДРОТЕХНИКУ**



Ю.П. ПРАВДИВЕЦ

ВВЕДЕНИЕ В ГИДРОТЕХНИКУ

Третье издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области строительства в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 270104 «Гидротехническое строительство» направления 270100 «Строительство»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2009

Рецензенты:

кафедра гидротехнических сооружений МГУП, зав. кафедрой,
профессор, доктор техн. наук

И. С. Румянцев

Московская государственная академия водного транспорта,
зав. кафедрой ГТС, профессор, доктор техн. наук

В. Д. Костюков

Правдивец Ю.П.

Введение в гидротехнику: Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. – М.:, Издательство АСВ, 2009. – 288 с.

ISBN 978-5-93093-689-6

Даются общие сведения о гидротехнике и ее роли в решении народнохозяйственных задач. Кратко описываются типы, конструкции и способы возведения гидротехнических сооружений для энергетики, водного транспорта, мелиорации, водоснабжения, рыбного хозяйства, использования природных ресурсов континентального шельфа и Мирового океана. Обосновывается необходимость гидротехнического строительства и оценивается его влияние на водные ресурсы и природную среду. Первое издание вышло в 1984 г. Второе – в 1995 г. Третье издание дополнено новыми техническими и технологическими решениями с учетом экологических требований.

Для студентов специальностей "Гидротехническое строительство" "Гидроэлектроэнергетика", "Гидромелиорация".

ISBN 978-5-93093-689-6

© Ю.П. Правдивец, 2009

© Издательство АСВ, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие "Введение в гидротехнику" предназначено студентам для самостоятельного изучения и углубления представлений о выбранной специальности. От того, насколько студент заинтересуется своей будущей специальностью, как он будет работать в ВУЗе над изучением необходимых дисциплин, во многом зависит уровень усвоенных им знаний, умение применять эти знания на практике, место и роль специалиста в обществе.

Понятие "гидротехника" включает науку и область техники (искусство), ориентированные на использование водных ресурсов для различных хозяйственных целей, а также на борьбу с вредными проявлениями водной стихии при помощи специальных инженерных сооружений и устройств, называемых гидротехническими. Гидротехнические сооружения подразделяются на речные, озерные и морские.

Как наука, гидротехника изучает природные процессы и явления, возникающие и протекающие в воздушной, водной и грунтовой среде района освоения, устанавливает закономерности различного рода воздействий, определяет рациональное конструктивное решение, анализирует поведение конструкции под нагрузками, определяет наиболее эффективные способы возведения сооружений, обосновывает надежные методы их эксплуатации.

Как искусство, гидротехника (в переводе с греческого «водное мастерство») обеспечивает человечеству возможность наиболее целесообразно пользоваться водными запасами, охранять их, защищаться от эксцессов водной стихии, заботиться об окружающей человека живой природе. Гуманный комплексный подход положен в основу решения всех задач гидротехники.

Знакомство студентов с их будущей специальностью начинается с краткой информации о Земле, ее природных ресурсах, деятельности человека и ее последствиях. Затем даются сведения о воде и водных запасах, уникальных особенностях водных источников, определяются отрасли водного хозяйства и их интересы, отмечаются необходимость и целесообразность комплексного использования водных запасов с обязательным комплексом мероприятий по охране природной среды, помещается историческая справка развития гидротехники. Все это составляет содержание главы 1.

В главе 2 основное внимание уделяется речным гидротехническим сооружениям общего назначения, определяются их цели и назначение, приводятся конструктивные решения, формулируются принципы размещения (компоновки) сооружений различного назначения относительно друг друга.

Глава 3 посвящена комплексу специальных гидротехнических сооружений, предназначенному для выработки электроэнергии; в ней даны определение водной энергии и схемы ее использования, показаны рациональные конструктивные решения сооружений, перечислено необходимое для выработки электроэнергии оборудование.

В главах 4 и 5 описываются сооружения, предназначенные для обеспечения работы водного транспорта, пропуска рыбы, освоения природных богатств континентального шельфа.

Глава 6 содержит сведения о гидромелиорации (осушении и орошении) городских и сельскохозяйственных земель, водоснабжении и водоотведении (канализации) населенных пунктов и промышленных объектов, отмечается важность защиты территорий при гидротехническом строительстве.

В главе 7 рассматриваются вопросы организации и технологии гидротехнического строительства, перечислены виды основных работ и особенности их технологического выполнения, отмечена характерная особенность строительства в условиях непрерывного воздействия водной среды, показана зависимость стоимости строительства от выбранных конструктивных и технологических решений.

Заключительная глава 8 посвящена экономическому и экологическому обоснованию гидротехнического строительства. В ней отмечается социальное и экономическое значение объектов гидротехнического строительства, затрагиваются экологические проблемы использования воды в различных народнохозяйственных целях, показана методика технико-экономических расчетов и обоснования эффективности гидротехнического строительства.

Книга не содержит списка литературы, так как более полные сведения по интересующим вопросам могут быть найдены в соответствующих учебниках по дисциплинам учебного плана.

В основу учебного пособия положен коллективный труд преподавателей Санкт-Петербургского государственного технического университета и Московского государственного строительного университета (над вторым изданием): гл. 1–8 написали проф. Ю.П. Правдивец и проф. Г. В. Симаков при участии проф. А. Л. Можевитинова (гл. 1, 2), проф. Ю. С. Васильева и проф. В. Я. Карелина (гл. 3), проф. А. В. Михайлова и доц. А. Б. Мошкова (гл. 4), доц. С. Я. Смолко (§ 5.1, 5.2), проф. К. Н. Шхинека и доц. Б. Д. Носкова (§ 5.3), доц. Э. Я. Филиппова (§ 6.1, 6.2), проф. А. В. Тананаева (§ 6.3) и проф. В. И. Телешева (гл. 7).

Автор третьего издания благодарит проф., доктора техн. наук И. С. Румянцева и проф., доктора техн. наук В. Д. Костюкова за полезные рекомендации и замечания, сделанные при просмотре рукописи.

Все замечания и пожелания по книге просьба направлять по адресу: 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, АСВ.

Глава 1. ПРИРОДА И ГИДРОТЕХНИКА

1.1. Общие сведения

Значение воды и энергии в жизни общества. Непрерывное увеличение численности населения (до 2% в год), возрастание потребностей людей, их удовлетворение за счет повышения производительности труда и расширения производства неизбежно ведут к росту затрат таких жизненно необходимых ресурсов, как вода и энергия. Поэтому в экономике каждого государства водные и энергетические ресурсы занимают важное место среди других сырьевых ресурсов. Масштабы их потребления в значительной мере определяют развитие производительных сил.

Вода расходуется на хозяйственно-питьевые нужды населения (питье, приготовление пищи, мытье, стирка, поливка улиц и зеленых насаждений), на производственные нужды промышленности (производство материалов, охлаждение оборудования), на нужды сельского хозяйства (полив полей и садов). Вода используется гидроэнергетикой, водным транспортом и рыбным хозяйством. В целом, как мы увидим далее, воды на Земле много. Однако она не вся пригодна к употреблению, распределена по территории неравномерно, ее объем во времени непостоянен. Следовательно, при известном ежегодном приросте численности населения и плановом развитии всех видов производства очевидной становится объективная необходимость всевозрастающего обеспечения народного хозяйства водой с соответствующими затратами на строительство и эксплуатацию систем водоснабжения.

Аналогичная тенденция просматривается и в энергетике. Энергетические потребности человека расширяются по мере развития его цивилизации. От первобытного состояния до сегодняшнего дня коренным образом менялись условия общения человека с природой. Познание явлений природы приводило к новым формам труда, улучшению условий жизни, росту энергетических потребностей. Ветер, вода, огонь, пар, электричество всегда играли и играют определяющую роль в цивилизации людей. Однако появление электричества совершило подлинную революцию во всем укладе их жизни.

В настоящее время нет ни одной области деятельности человека, где бы он мог обойтись без электрической энергии. Она стала основным движущим фактором развития промышленности, транспорта, коммунального, сельского и рыбного хозяйств. Электроэнергия играет всевозрастающую роль в ускорении научно-технического прогресса, обеспечении высоких темпов производительности труда, улучшении условий труда и быта, повышении благосостояния людей. Производство электроэнергии, ее передача и распределение сформировали крупнейшую самостоятельную отрасль промышленности – электроэнергетику.

Здесь уместно напомнить процесс получения электроэнергии. Основной объем потребляемой человечеством электроэнергии получается за счет преобразования механической энергии вращения якоря внутри статора

электромашины – *генератора*. В свою очередь, вращение якоря обеспечивается другим механическим устройством – *турбиной*. В зависимости от подаваемой к турбине рабочей среды (воды или пара) турбина называется *водяной* (гидравлической) или *паровой*. Комплекс сооружений и конструктивных элементов, обеспечивающих подвод или отвод воды, размещение гидравлической турбины и генератора, установки вспомогательного оборудования для управления, называют *гидроэлектростанцией* (ГЭС). Как правило, ГЭС размещают на естественных или искусственных водотоках – реках или каналах.

Получение пара для паровых турбин обеспечивается при сжигании органического (торфа, сланцев, угля, нефти, газа) или ядерного топлива. В первом случае комплекс сооружений и конструктивных элементов, обеспечивающих сжигание топлива, нагрев воды и образование пара, подачу пара к турбине, преобразование пара и возврат воды на новый цикл парообразования, размещение турбинного и электроэнергетического оборудования и систем управления называют *теплоэлектростанцией* (ТЭС), а во втором случае – *атомной электростанцией* (АЭС). ТЭС и АЭС, как правило, размещают у естественных или искусственных водоемов – озера или водохранилищ.

На Земле имеются и другие, так называемые возобновляющиеся, источники энергии (термоядерной, геотермальной, солнечной, ветровой, волновой, морских приливов, химической, тепловой, биомассы), но их вклад в мировой топливно-энергетический баланс пока ничтожно мал (рис. 1.1). Основу топливно-энергетических ресурсов на ближайшую перспективу, как видно из графиков, все еще будут составлять природные органические вещества.

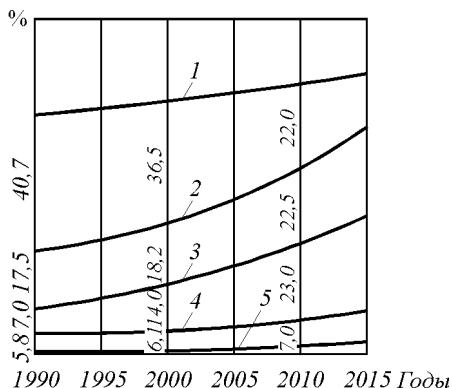


Рис 1.1. Прогноз структуры мирового потребления топливно-энергетических ресурсов:

1 – ТЭС; 2 – АЭС; 3 – ГЭС; 4 – ВЭС; 5 – прочие виды энергии

Итак, как и без воды, современный человек немислим без электроэнергии ни на производстве, ни в быту. По прогнозам к 2020 году в мире суммарная полезная электроэнергия будет использоваться в народном хо-

зяйстве следующим образом: промышленностью – 70%, сельским хозяйством – 2%, транспортом – 11%, на бытовые нужды -17%. При этом с учетом роста численности населения, развития производства, повышения благосостояния неизбежно произойдет дальнейшее абсолютное увеличение выработки электроэнергии. Наиболее четко это прослеживается при сравнении валового национального продукта (ВНП) и электропотребления (рис. 1.2). Графики однозначно указывают на линейный характер зависимости между ВНП и потреблением электроэнергии. Некоторые локальные отклонения от линейной связи свидетельствуют о снижении или увеличении электропотребления и объясняются соответствующими структурными изменениями в экономическом развитии.

Таким образом, предыдущий опыт и вытекающий из него прогноз связывают повышение благосостояния с дальнейшим увеличением потребления электроэнергии, а, следовательно, и ее производства. Ясно также, что в производстве электроэнергии основная роль отводится энергоресурсам, использование которых невозможно без привлечения больших объемов воды: на ТЭС и АЭС для охлаждения, на ГЭС для непосредственной выработки электроэнергии. Большие же объемы воды без ущерба природной среде могут быть получены только с использованием достижений гидротехники.

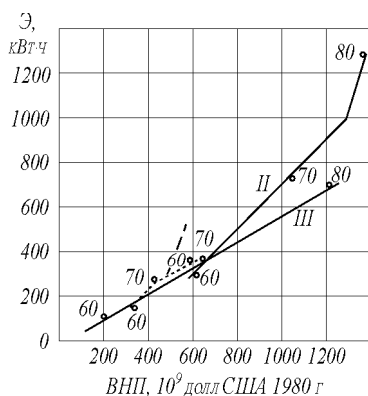


Рис. 1.2. Связь между потреблением электроэнергии и ВНИП в различных странах в 1960–1980 гг.:
I – Великобритания; II – СССР; III – Япония

Роль гидротехники в народном хозяйстве. Все живое на Земле появилось из вод Мирового океана и развивается благодаря использованию воды. Человеческое общество не могло бы возникнуть, достигнуть современной численности и уровня развития, оптимистично смотреть в будущее, если бы не располагало достаточными и пригодными для этого запасами воды.

В использовании воды в любой форме и различных объемах заинтересовано практически все современное многоотраслевое хозяйство. Выше

уже отмечалось, что население, промышленность, сельское хозяйство являются значительными потребителями воды. Для удовлетворения их потребностей создаются специальные системы коммунального и технического водоснабжения. Однако запasti и подать воду потребителю – это только частичное решение проблемы. После употребления использованную воду необходимо собрать, отвести, очистить и выпустить в естественные или искусственные водные источники для дальнейшей самоочистки. Этой цели служат системы водоотведения (канализации).

Вода широко используется для выработки электроэнергии, для обеспечения перевозок людей и грузов на специальных транспортных средствах, в воде содержится много полезных веществ (солей, металлов, газов), она является прекрасной средой обитания полезных растений (водорослей), рыбы, зверя, птицы, служит местом отдыха человека.

Однако вода приносит человеку не только пользу, но и вред. Наводнения, штормы, приливы, разрушения берегов и русл, смыв плодородных почв с полей и унос питательных веществ, отложение масс наносов на полезных территориях – вот с чем приходится встречаться людям в повседневной жизни. Человек должен быть готов к таким проявлениям водной стихии, уметь противостоять ей, свести ущерб к минимуму.

Таким образом, сфера деятельности гидротехники – многоотраслевая. Нередко она служит одновременно нескольким жизненно важным отраслям общественного хозяйства в различных природно-климатических условиях. Обычно с объектов гидротехники начинается освоение новых отдаленных районов, на базе которых затем формируются крупные территориально-промышленные комплексы. Сложной, разнообразной, ответственной является работа специалистов-гидротехников.

Виды деятельности гидротехников. Большой и своеобразный раздел гидротехники относится к *изысканиям* – изучению и исследованию природно-климатических, инженерно-геологических и экологических условий вновь осваиваемого района. Результаты изысканий, проводимых гидротехниками совместно со специалистами других областей науки и техники, должны дать всестороннее представление о запасах воды, об их изменчивости и обеспеченности, об энергетическом потенциале, рельефе местности и свойствах пород, их пригодности в качестве основания и строительных материалов, влиянии освоения района на его климатические и прочие условия.

На основе полученных данных выясняются возможность освоения района, его экономическая характеристика, перспективы дальнейшего хозяйственного развития, целесообразный объем использования энергетического потенциала, эффективные конструктивно-компоновочные решения. Все это выполняется на следующем этапе работ – проектирования и научно-технического обоснования. Проектирование ведется в следующей последовательности. Сначала решаются принципиальные вопросы, влияющие на объем работ, сроки строительства объекта, экономический эффект его эксплуатации, включая влияние на природную среду, которое может иметь положительные и отрицательные последствия. Затем, используя

прошлый опыт и аналоги, разрабатывается и сопоставляется необходимое число вариантов – схем использования энергетического потенциала реки, состава и типов сооружений и оборудования, способов производства работ. Определяется наиболее экономичный вариант, принимается и утверждается проектное решение. В дальнейшем проект детализируется, параметры сооружений и оборудования уточняются на основе соответствующих расчетов – производительности, прочности, устойчивости, долговечности, экономичности. Уточняются на основе расчетов и действующих нормативов продолжительность этапов производства работ и сроки строительства, потребность в материалах и парке строительных машин, составляется взаимосвязанный для всего комплекса календарный план строительства. Составляются и утверждаются смета и план финансирования работ. Далее параллельно строительным работам с необходимым опережением изготавливаются рабочие чертежи, по которым воплощаются в реальные сооружения все элементы разработанного проекта.

Основной и наиболее трудоемкий вид работы гидротехников – это *строительство*. Начинаются работы, как правило, на пустом необжитом месте с создания так называемой инфраструктуры – комплекса гражданских и промышленных зданий и дорог, необходимых для ведения строительства основных гидротехнических объектов. Основные сооружения возводятся в условиях непрерывного воздействия водной и не всегда благоприятной климатической среды. Разновидности работ на стройке многочисленны, нередко взаимосвязаны. На определенных этапах появляется необходимость сочетания строительных работ с монтажом сложного оборудования и с последующей его временной эксплуатацией. Завершающим этапом строительства является сдача законченных объектов в *постоянную эксплуатацию*.

Этот этап работы характеризуется не только законченностью основных гидротехнических объектов, но и завершенностью всей инфраструктуры района, благоустроенностью рабочей и жилой зон, удобной связью с культурными центрами. Поэтому часть строителей и вновь приезжающие специалисты переходят на следующий вид гидротехнических работ – *эксплуатацию*. В задачу гидротехников на этом этапе входит наблюдение за состоянием и функционированием основных сооружений и оборудования, профилактический и капитальный ремонт, реконструкция сооружений в связи с прогрессом науки и техники. Особое место занимает подготовка сооружений к эксплуатации в экстремальных условиях (волновые и ледовые воздействия, подъем уровней воды, паводки редкой повторяемости, землетрясения и т. д.). Следует помнить, что авария на гидротехнических объектах может иметь катастрофические последствия, включая гибель людей. Малочисленность обслуживающего персонала и ответственность объектов требуют от каждого гидротехника широкой эрудиции и глубоких знаний во многих областях гидротехнической специальности.

Важная роль в гидротехнике отводится научным исследованиям. Их тематика весьма широка, а эффективность нередко соразмерна стоимости и

трудоемкости сооружений. Исследования проводятся на всех этапах технологической цепочки. В процессе изысканий благодаря научным исследованиям повышается точность исходных данных, обеспечивается уточненный прогноз поведения водного объекта (водотока или водоема), его взаимодействия с природной средой в новых условиях. При проектировании гидротехнического объекта в целом и его отдельных сооружений исследования необходимы для решения возникающих новых технических задач и совершенствования проведенных ранее. В результате исследований находят новые строительные материалы, конструктивно-компоновочные решения, повышается экономичность и надежность сооружений.

Исследования нужны также и в процессе строительства для обоснования новых более экономичных и совершенных технологий и методов производства работ, обеспечивающих снижение трудоемкости и ускорение ввода объекта в эксплуатацию. Продолжаются они и при эксплуатации путем изучения состояния сооружений, анализа полученных данных, корректировки теоретических положений и разработки новых расчетных методов.

Подготовка гидротехников. Многоплановость деятельности гидротехника обуславливает особенность его подготовки в вузе. Совершенно ясно, что удовлетворение всех предъявляемых требований возможно только при подготовке специалиста широкого профиля. Такой профиль обеспечивается соответствующим учебным планом, предусматривающим сначала изучение общенаучных дисциплин – математики, физики, химии и пр., а затем общетехнических дисциплин – геодезии, начертательной геометрии, архитектуры, теоретической механики, строительных материалов, сопротивления материалов, строительной механики, геологии, гидравлики, гидрологии, механики грунтов, оснований и фундаментов, строительных конструкций и др.

Пониманию и усвоению основных положений общенаучных и общетехнических дисциплин во многом способствует ясное представление о том, как эти положения будут реализовываться в последующих специальных (профилирующих) дисциплинах и будущей инженерной деятельности. Наилучший эффект может быть достигнут, если студент заранее ознакомлен с основным объектом его будущей работы (что входит в задачи курса "Введение в гидротехнику") и закрепление основ общенаучных и общетехнических дисциплин осуществляется через их неразрывную связь с элементами специальных дисциплин. В процессе общения на лекциях, закрепления материала на практических занятиях, выполнения самостоятельных исследований, курсового и дипломного проектирования в вузе формируется будущий специалист, имеющий достаточную научную и практическую подготовку для активной профессиональной деятельности, способный, рационально организовать труд людей, правильно оценить свой и коллективный опыт, выслушать мнение товарищей, проявлять высокую культуру и широкую эрудицию во всех вопросах. В этом заключается главный смысл подготовки и воспитания специалиста в высшей школе на современном этапе.

1.2. Природа и человек

Характеристика природной среды. Природа в широком смысле представляет собой окружающий нас материальный мир, Вселенную. Она бесконечна во времени и пространстве, находится в непрерывном движении и изменении. Рассматривая конкретную во времени и пространстве точку Вселенной – планету Земля, мы видим, что она, имея определенную геометрическую форму (близкую к шаровой) и размеры, состоит из живой и неживой материи.

Площадь поверхности Земли равна 510 млн км² (51 млрд га), объем 1083 млрд км³. Земной шар покрыт твердой каменной оболочкой – земной корой (литосферой) толщиной 15–70 км; углубления в земной коре заполнены водами океанов, морей и рек (гидросферой), которые покрывают 71% поверхности Земли. Земля окружена воздушной оболочкой (атмосферой), следы которой наблюдаются на высотах до 1300 км.

Внутреннее строение Земли еще до конца не изучено. Непосредственному наблюдению доступны только самые верхние слои земной коры. Так как средняя плотность Земли равна 5,5 т/м³, а плотность поверхностных слоев вдвое меньше, то внутренняя часть Земли должна состоять из тяжелых металлов, главным образом железа.

Интереснейшей особенностью развития природы является тот факт, что живая материя пока обнаружена только на Земле. Причем область (среда) ее существования довольно ограничена. Она включает часть литосферы на глубину до 3 км, гидросферу на глубину до 11,2 км (Мировой океан) и нижний слой атмосферы – тропосферу – на высоту до 15 км. Среду, содержащую живую материю, называют биосферой.

Понятие биосферы ввел в начале XX в. выдающийся русский естествоиспытатель и геохимик академик В. И. Вернадский. Исследованиями установлена характерная особенность биосферы – относительная устойчивость ее компонентов к естественным внешним влияниям. Все ее составляющие находятся в подвижном равновесии, взаимозависимости и непрерывном развитии.

Живые организмы и среда их обитания связаны между собой обменом веществ и энергии, что обеспечивает их непрерывный круговорот в природе с определенной самоочистительной функцией. Объем воспроизводимого живого вещества достигает 10% общего объема биологической массы. Живые организмы, взаимодействуя между собой и со средой обитания, образуют биогеоценозы (экосистемы). В состав биогеоценоза входят растительный мир (фитоценоз), животный мир (зооценоз), микроорганизмы, почва, атмосфера, гидросфера.

Наивысшей формой развития природы является человек и его сознание. Человеческое общество, будучи составной частью биогеоценоза, представляет собой специфический элемент природы, подчиненный своим особым закономерностям. При взаимодействии между собой живые организмы биогеоценоза образуют биоценозы – биологические единства, присущие

определенным географическим и климатическим зонам. Установившиеся связи между этими организмами создают биологическое равновесие биоценоза. При этом всякое нарушение одного из звеньев равновесного состояния биоценоза влечет за собой отклонения (порой необратимые) в других его составляющих.

Обратив внимание на подобные явления в природе, человек сформировал новое научное направление, изучающее отношения живых организмов между собой и со средой их обитания. Наука эта получила название экология.

Как самостоятельная наука экология сложилась в начале XX в., однако наибольшее развитие и всестороннее внимание она получила в последней его четверти. Неуклонный рост численности населения, бурное развитие промышленности и сельского хозяйства, растущие потребности человека стали угрожать самоочистительной способности биосферы. В отдельных местах нарушение равновесного состояния стало приобретать катастрофический характер. Поэтому интерес к экологии значительно возрос.

Принимая во внимание, что экология практически не имеет возможности заранее проверить результаты своих исследований ни в лабораторных, ни в натуральных условиях, ее прогнозы могут основываться или на прошлом опыте, или на результатах приобретающего популярность математического моделирования. Все это не дает желаемой точности и требует огромных усилий и затрат, так как такие прогнозы имеют смысл пока в рамках всей планеты.

Вместе с тем опыт прошлого в современном развитии мира практически не повторяется, а математический анализ не в состоянии учесть социальную организацию деятельности людей. Так, зарубежные исследования пяти глобальных факторов развития общества в их взаимообусловленности – истощения невозполняемых природных ресурсов, роста промышленного и сельскохозяйственного производства, увеличения численности народонаселения, производства продуктов питания и загрязнения природной среды – на основе данных за семьдесят лет XX столетия привели к ошеломляющим выводам: если тенденция и характер общественного развития сохранятся, то человечество через следующие 50–70 лет окажется на пороге гибели. Основная причина этого явления заключается в нехватке природных ресурсов и невыносимого для жизни загрязнения природной среды. Предотвратить надвигающуюся катастрофу, по мнению исследователей, можно лишь остановив рост численности населения и развития производства, в том числе промышленности, что само по себе абсурдно. Надежды человечества всегда связывались с повышением материального и духовного благосостояния.

Существование биосферы на Земле обусловлено рядом благоприятных факторов: наличием воздуха, воды, почвы, тепла, полезных ископаемых.

Воздушный океан нашей планеты огромен. Состоит он из устойчивого соотношения кислорода (20,95%), углекислого газа (0,03%), азота (78,1%) и ряда инертных газов.

Кислород является наиболее важной для живой материи составной частью воздуха. В свою очередь, он сам является побочным продуктом фотосинтеза. Именно благодаря чудесным свойствам хлорофилла появляется и накапливается на Земле кислород. Кислород химически чрезвычайно активен. Он соединяется с самыми разными веществами, окисляя их и тем самым самоуничтожаясь.

Предполагается, что на раннем этапе эволюции органического мира атмосфера была намного богаче углекислым газом – основной пищей растений. Поэтому тогда отмечалось буйство растительности, остатки которой в виде горючих ископаемых – угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев – служат сегодня источником существования человека. Углекислый газ кроме своего участия в биологическом процессе играет немаловажную роль в поглощении инфракрасного (теплого) излучения Земли и уменьшает охлаждение ее поверхности. Пропуская солнечную радиацию, углекислый газ задерживает излучение тепла в атмосфере, создавая "парниковый эффект".

Источником поступления углекислого газа в атмосферу является вулканическая деятельность. По мере затухания этой деятельности соответственно теряет свое былое значение источник поступления в атмосферу углекислого газа. Зато растет поступление углекислого газа от деятельности человека.

Жизненно важной составной частью атмосферы является также азот. Он играет значительную роль в биологическом круговороте веществ между почвой, растениями и микроорганизмами. Кроме того, азот служит инертным разбавителем кислорода.

Особо следует отметить наличие в верхних слоях атмосферы озона. Несмотря на его малое содержание (не более 10⁶%), он образует надежный защитный покров, поглощая, прежде всего опасные ультрафиолетовые излучения, а также до 20% инфракрасного излучения Земли. Воде и водным ресурсам ниже будет посвящен специальный параграф, поэтому здесь только отметим, что наряду с атмосферным воздухом они играют важную роль в биологическом круговороте веществ на Земле.

Не менее важна роль почв в развитии живой материи. Почвы представляют собой рыхлый поверхностный слой горных пород, измененный под влиянием растительности, животных (главным образом микроорганизмов), климатических условий, деятельности человека и обладающий плодородием. Из 51 млрд. га земной поверхности только 13,5 млрд га не заняты водой и льдами, т. е. являются полезными. При этом на культурные земли, дающие урожай, приходится немногим более 10%, луга и пастбища занимают около 20%, 5–10% еще могут быть использованы для сельскохозяйственного производства. Остальная поверхность Земли занята горами, пустынями, лесами или выведена из строя деятельностью человека.

Недра Земли богаты полезными ископаемыми, под которыми понимаются природные минеральные вещества (неорганического и органического происхождения). При соответствующем состоянии техники эти ископаемые могут быть с достаточным экономическим эффектом использо-

ваны в хозяйственной деятельности, как в естественном виде, так и после предварительной обработки.

По своим физическим свойствам полезные ископаемые делятся на твердые, жидкие и газообразные. В зависимости от использования – на группы: горючие полезные ископаемые (уголь, нефть, газы, торф, сланцы); строительные (гранит, мрамор, известняк, пески, глины и др.); химическое сырье (сера, калийные соли, апатит, графит и др.); огнеупорное сырье; руды черных, цветных и редких металлов и др. По разнообразию и богатству полезных ископаемых наша страна занимает ведущее место в мире.

Огромны запасы полезных ископаемых в Мировом океане. На океанском дне находятся природный газ, нефть, уголь, олово, железная руда, золото, алмазы и т. д. В океанской воде обнаружено свыше 70 различных химических элементов. В ней растворены миллионы тонн золота, урана, лития и др. В настоящее время около 80% мировой добычи брома, 70% магния извлекают из морской воды. Вырабатывая более половины мирового объема кислорода, океан способствует поддержанию в атмосфере необходимого для жизнедеятельности кислородно-углекислого баланса.

При рассмотрении благоприятных факторов существования биосферы не затронут еще один – Солнце – источник всей энергетике на Земле. Хотя на Землю поступает лишь незначительная часть ($2 \times 10^{-6}\%$) солнечной теплоты, ее энергетический потенциал существенно превышает все остальные земные источники энергии как внешние, так и внутренние. Солнце является для Земли не только источником тепла, но и света. Таким образом, наличие атмосферного воздуха, воды, почвы и соответствующего температурно-светового режима обеспечило возникновение на Земле живой материи и способствовало ее дальнейшему развитию вплоть до самой ее совершенной на сегодня формы – человека.

Население и его потребности. На ранних стадиях своего развития человек довольствовался немногим. Постепенно естественная растительная пища дополнялась животной, примитивные жилища заменялись все более благоустроенными, появилось сельскохозяйственное и промышленное производство, росли потребности в использовании природных ресурсов, росла численность населения.

Таблица 1.1.

Динамика численности населения Земли

Период, годы	Численность населения, млн. чел.	Время удвоения численности, лет
1	2	3
До нашей эры		
7000–4500	10–20	2500
4501–2500	21–40	2000
2501–1000	41–80	1500
1001-0	81–160	1000

1	2	3
Наша эра		
0–900	160–320	900
901–1700	321–600	800
1701–1850	601–1200	150
1851–1950	1201–2500	100
1951–1990	2501–5200	40
1991–2030	5201–10 000	40

Фактический учет народонаселения в древние века не производился, однако историческое восстановление динамики численности населения на Земле выявило всевозрастающие темпы его прироста (табл. 1.1). Если в 1820 г. население планеты составляло 1 млрд. чел, то через 100 лет с небольшим (к 1927 г.) оно удвоилось. Прирост населения еще на 1 млрд. чел. произошел за 33 года, т. е. к 1960 г. Следующее увеличение численности населения на 1 млрд чел. свершилось менее чем за 20 лет, а последний миллиардный прирост произошел уже за 10 лет. К началу 1989 г. численность населения планеты превысила 5,1 млрд человек, и при сохранении нынешних темпов прироста к 2030 г. оно достигнет 10 млрд чел.

Простой рост численности населения (даже без учета повышения благосостояния) уже ведет к неизбежному увеличению потребностей человечества. При этом непрерывно расходуются природные ресурсы, осваиваются новые земли, вырубается леса, увеличивается сельскохозяйственное и промышленное производство, растет водо- и энергопотребление.

В связи с опережающим ростом численности населения постоянно ощущается дефицит в основных потребностях человека. Сейчас ежемесячно требуется дополнительно обеспечивать необходимую пищу, воду, кров, энергию, жизненное пространство для почти 6,6 млрд чел. По некоторым прогнозам сельскохозяйственное и промышленное производство к концу столетия должно возрасти в 2–3 раза. Это, в свою очередь, потребует освоения новых площадей, строительства большого числа городов с современным жилым и социально-бытовым комплексом в объемах не менее чем было создано со времен средневековья до наших дней.

Поддержание намеченных темпов развития будет сопровождаться дальнейшим расходом сырья и энергии. При этом выработка только электроэнергии должна также возрасти почти в 2–3 раза, что невозможно без увеличения использования современных энергетических ресурсов и поиска новых источников.

Энергетические ресурсы. Под энергетическими ресурсами понимаются все природные источники энергии, входящие в разряд важнейших сырьевых ресурсов.

Различают следующие энергоресурсы:

- ресурсы-запасы, количество которых непрерывно уменьшается по мере использования (органическое и ядерное топливо) и
- ресурсы-источники, мощность которых не изменяется (энергия воды, ветра, солнца, тепла, недр и др.).

Содержание:

Предисловие	3
1. Природа и гидротехника	5
1.1. Общие сведения	5
1.2. Природа и человек	11
1.3. Вода и водные ресурсы.....	18
1.4. Комплексное использование водных ресурсов	30
1.5. Охрана природной среды	33
1.6. Развитие гидротехники.....	37
2. Речные Гидротехнические сооружения	47
2.1. Классификация гидротехнических сооружений.....	47
2.2. Водоподпорные сооружения.....	50
2.3. Водопропускные и водопроводящие сооружения.....	62
2.4. Регуляционные сооружения.....	83
2.5. Компоновка сооружений в составе гидроузла.....	87
3. Гидроэлектрические станции	90
3.1. Водная энергия и схемы ее использования.....	90
3.2. Типы и конструкции гидроэлектростанций.....	99
3.3. Оборудование гидроэлектростанций	110
4. Водные пути, судопропускные и рыбопропускные сооружения	120
4.1. Водный транспорт и способы перевозки грузов	120
4.2. Речные и морские суда	125
4.3. Реки в естественном состоянии и улучшение их судоходных условий	131
4.4. Судопропускные сооружения	136
4.5. Основные межбассейновые соединения	147
4.6. Рыбопропускные сооружения	156
5. Порты, портовые и морские гидротехнические сооружения	163
5.1. Порты и их производственная деятельность	163
5.2. Оградительные и причальные сооружения портов	178
5.3. Сооружения на континентальном шельфе.....	187
6. Мелиорация и водоснабжение	204
6.1. Мелиорация сельскохозяйственных земель	204
6.2. Дренажное (осушение) и защита территорий	210
6.3. Водоснабжение и водоотведение.....	216
7. Организация, технология и экономика гидротехнического строительства	227
7.1. Организация строительства.....	227
7.2. Виды работ и технология их выполнения.....	237
7.3. Сметная стоимость строительства объекта.....	250
8. Эколого-экономическое обоснование гидротехнического строительства	254
8.1. Социально-экономическое значение гидротехнических объектов	254
8.2. Экологические проблемы использования водных ресурсов.....	259
8.3. Технико-экономические расчеты эффективности гидротехнического строительства.....	270
Заключение	278

Учебное издание

Юрий Петрович Правдивец

ВВЕДЕНИЕ В ГИДРОТЕХНИКУ

Редактор *В.П. Бурмакин*
Компьютерная верстка *Т.А. Кузьмина*
Дизайн обложки *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 20.06.09 Формат 60х90/16
Бумага офс. Гарнитура таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 18. Тираж 1000 экз. Заказ .

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 349 (КМК)
тел/факс: (499) 183-56-83
e-mail: iasv@mgsu.ru; www.iasv.ru