

## Программа дисциплины «Гидравлика и основы гидротехники»

Автор: доц. А.М.Алабян

**Цель** освоения дисциплины: изучение студентами гидравлики и основ гидротехники

### **Задачи:**

- обучение студентов теоретическим основам классической гидравлики;
- выработка навыков постановки и решения практических гидравлических задач;
- освоение практических приемов применения гидравлических знаний при проектировании и строительстве гидротехнических сооружений, регулировании речных русел и управлении водными ресурсами.

### **Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Гидравлика и основы гидротехники» входит в вариативную часть ИБ интегрированный магистр МГУ, в учебный план бакалавриата, направление - 021600 Гидрометеорология, профиль подготовки - гидрология, модуль «Динамика русловых потоков», профессиональный блок. Преподается в 7 семестре 4 курса.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование теоретических знаний в области гидравлики и основ гидротехники, освоение базовых методов выполнения гидравлических расчетов и основ проектирования гидротехнических сооружений; умение применять теоретические знания на практике, способность понимать, излагать и критически анализировать информацию о водных объектах и гидротехнических сооружениях. Для усвоения данной дисциплины должны быть освоены следующие курсы: «Гидрология рек», «Гидрометрия и техника безопасности», «Дифференциальные уравнения», «Математический анализ», «Гидрофизика». Освоение дисциплины необходимо в качестве предшествующей для курса «Динамика русловых потоков» и дисциплин связанных с моделированием различных гидрологических характеристик.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать:** способы представления гидравлических параметров потоков и морфометрических характеристик русел, каналов и трубопроводов, основные уравнения гидростатики и гидродинамики, способы расчетов гидростатического давления, плавучести, гидравлических сопротивлений, основы физического моделирования, основные принципы проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений.
- **уметь:** самостоятельно осваивать дополнительную литературу по учебной дисциплине, использовать справочные материалы по гидравлике и гидротехнике, выполнять гидравлические расчеты, полно и логично излагать освоенный учебный материал.
- **владеть:** навыками выполнения расчетов движения воды в напорных трубопроводах и речных руслах, выбирая математический аппарат, подходящий для решения конкретной задачи.

Содержание:

### **Тема 1. Введение.**

История гидравлики и гидротехники. Свойства жидкости. Силы, действующие на жидкость. Гидростатика и гидродинамика.

### **Тема 2. Гидростатика.**

Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон гидростатического распределения давления. Приведенная высота давления, пьезометрическая высота, гидростатический напор, вакуум.

Уравнение равновесия жидкости. Сила гидростатического давления на горизонтальное дно и плоские поверхности, произвольно ориентированные в пространстве. "Гидростатический парадокс". Изобарические поверхности. Эпюра гидростатического давления.

Давление на цилиндрические поверхности. Действительное и мнимое тело давления. Сила суммарного гидростатического давления, центр давления.

Закон Паскаля и его практическое применение. Гидравлический пресс, домкрат, тормоза.

Плавание тел, выталкивающая сила, закон Архимеда. Водоизмещение и статическая остойчивость судов.

### **Тема 3. Основы гидротехники**

Основные гидротехнические сооружения. Состав и назначение гидроузлов. Общие понятия о водонапорных сооружениях, их классификация.

Гравитационные плотины. Земляные, каменные и каменно-земляные плотины. Плотины однородные, неоднородные с ядрами и экраном. Силы, действующие на плотину, устойчивость плотины против сдвига.

Конструкции плотин на скальных основаниях, контрфорсные и арочные плотины, их классификация, коэффициенты стройности и створа.

Затворы водосбросных сооружений: плоские, шандоры, сегментные, дроссельные, секторные, цилиндрические затворы. Силы, действующие на затворы.

Водопроводящие сооружения: каналы, туннели, трубопроводы, быстротоки. Отстойники, водоприемники, водозаборы. Водосбросы: сифонный, шахтный, открытый водосброс; тоннельный водовыпуск.

### **Тема 4. Гидравлическая схематизация потока жидкости, уравнение Бернулли.**

Напорное и безнапорное, установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное движение жидкости. Гидравлическая идеализация течения. Струйчатая модель течения, линия тока, элементарная струйка.

Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости. Энергетическая и геометрическая трактовка уравнения Бернулли, пьезометрическая и напорная линии.

Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, коэффициент Кориолиса.

### **Тема 5. Гидравлические сопротивления**

Режимы движения жидкости. Опыты Рейнольдса. Потери напора при ламинарном и турбулентном режимах, опыты Никурадзе и Зегжды, автомодельные области гидравлических сопротивлений.

Потери напора по длине, уклон трения, формулы Шези, Маннинга, Дарси-Вейсбаха. Коэффициенты Шези, шероховатости, гидравлического трения.

Местные потери напора, формулы Вейсбаха и Борда, суммирование потерь напора.

Истечение жидкости из отверстий и насадков.

### **Тема 6. Равномерное движение воды в открытых руслах.**

Условия равномерного движения воды, уравнение равномерного движения воды. Основные расчетные формулы равномерного движения воды.

Каналы и их классификация. Основные морфометрические характеристики русла. Цилиндрическое русло.

Гидравлически наивыгоднейшая форма поперечного сечения каналов, каналы с прямоугольной и трапециевидальной формой поперечного сечения.

Гидравлический расчет каналов, расходная характеристика, нормальная глубина.

### **Тема 7. Удельная энергия сечения потока и гидравлический прыжок.**

Удельная энергия сечения потока и ее зависимость от глубины. Спокойное, бурное и критическое состояние потока. Критическая глубина и критический уклон. Удельная энергия сечения потока с прямоугольным поперечным сечением, число Фруда.

Гидравлический прыжок и его элементы. Гидравлический прыжок в прямоугольном призматическом канале. Уравнение гидравлического прыжка, прыжковая функция, сопряженные глубины, потери энергии в прыжке. Коэффициент Буссинеска. Классификация гидравлических прыжков.

### **Тема 8 Водосливы**

Типы водосливов: с тонкой стенкой, практического профиля, с широким порогом. Основная формула водослива, гидравлический расчет водосливов.

Конструкция водосливной плотины. Таблица Кригера-Офицерова.

Водосливы с широким порогом. Постулат Беланже и энергетический принцип Бахметьева.

Сопряжение бьефов при устройстве плотин, гашение кинетической энергии в нижнем бьефе.

#### **Тема 9. Неравномерное движение воды.**

Неравномерное плавно и резко изменяющееся движение воды в открытых руслах. Дифференциальное уравнение установившегося плавно изменяющегося движения воды, уравнение неравномерного движения в конечных разностях.

Расчет кривых свободной поверхности при неравномерном движении в призматическом русле, метод Чарномского.

Исследование форм свободной поверхности в случаях, когда нормальная глубина больше критической, меньше критической и равна ей.

Неравномерного движения воды в речных руслах, квазиравномерное движение. Расчет и построение кривых свободной поверхности в реках, модуль сопротивления, постулат инвариантности модуля сопротивления. Построение свободной поверхности способами Павловского и Рахманова.

Распределение расходов воды по рукавам разветвленного русла и его расчет.

#### **Тема 10. Использование водной энергии.**

Энергетические характеристики рек и речных бассейнов. Схемы гидроузлов: плотинный, деривационный, комбинированный.

Основные характеристики ГЭС: установленная мощность, выработка энергии, напор. Гидромеханическое и электрическое оборудование ГЭС. Гидроагрегаты, конструкции и типы турбин, спиральная камера, отсасывающая труба. Коэффициент полезного действия гидроагрегата.

#### **Тема 11. Неустановившееся движение воды.**

Неустановившееся и квазиустановившееся движение воды. Волны перемещения и их классификация.

Уравнения Сен-Венана и принцип их решения. Начальные и граничные условия. Уравнение кинематической волны.

Движение паводочной волны, правило "четырёх максимумов".

Движение воды в нижних бьефах ГЭС. Волна прорыва.

Гидравлический удар. Основы теории гидравлического удара Жуковского. Приемы борьбы с гидравлическим ударом и его использование, уравнительный резервуар, гидравлический таран.

#### **Тема 12. Гидравлическое моделирование.**

Подобие гидравлических явлений: геометрическое, кинематическое и динамическое подобие, масштабные коэффициенты.

Критерии подобия, числа Ньютона, Рейнольдса и Фруда, атомодельность.

#### **Тема 13. Водные пути и водный транспорт.**

Классификация водных путей России. Габариты водного пути.

Способы улучшения судоходных качеств реки. Шлюзы и судоподъемники.

### **Рекомендуемая литература**

#### **Основная:**

Чугаев Р.Р. Гидравлика. Учебник для вузов. Ленинград Энергоиздат, 1982

Караушев А.В. Речная гидравлика. Ленинград. Гидрометеиздат, 1969

Субботин А.С. Основы гидротехники. Ленинград. Гидрометеиздат. 1983

Васильев А.В. Методические указания для практической работы по гидравлике Москва Изд-во Моск. ун-та, 1988

***Дополнительная:***

Барышников Н.Б. Гидравлические сопротивления речных русел. – Санкт-Петербург.: Изд-во РГГМУ, 2003.

Берг В.А. Основы гидротехники. Ленинград. Гидрометеиздат, 1963

Гиргидов А.Д. Механика жидкостей и газа (гидравлика) – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2002.

Грушевский М.С. Неустановившееся движение воды в реках и каналах. – Ленинград.: Гидрометеиздат, 1982

Железняков Г.В. Пропускная способность русел каналов и рек Ленинград.:

Гидрометеиздат, 1981

Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам – М.: Энергия, 1974.

Избаш С.В. Основы гидравлики. – М.: Госиздат по строительству и архитектуре, 1952.

Полтавцев В.И., Спицын И.П., Винников С.Д. Гидрологическое лабораторное моделирование – Ленинград: Изд. ЛГШ, 1982.

Спицын И.П., Соколова В.А. Общая и речная гидравлика. – Ленинград.: Гидрометеиздат, 1990.

Чертоусов М.Д. Гидравлика. Специальный курс. – Москва – Ленинград: Госэнергоиздат, 1982.

Чоу В.Т. Гидравлика открытых каналов – М.: Стройиздат, 1969.

***Интернет-ресурсы:***

Интернет-сайты гидротехнических сооружений, проектов, проектных и эксплуатирующих организаций, выбираемых студентами посредством поиска по ключевым словам в поисковых системах общего пользования (yandex.ru, rambler.ru, yahoo.com, altavista.com и др.). Мультимедийная система GoogleEarth.