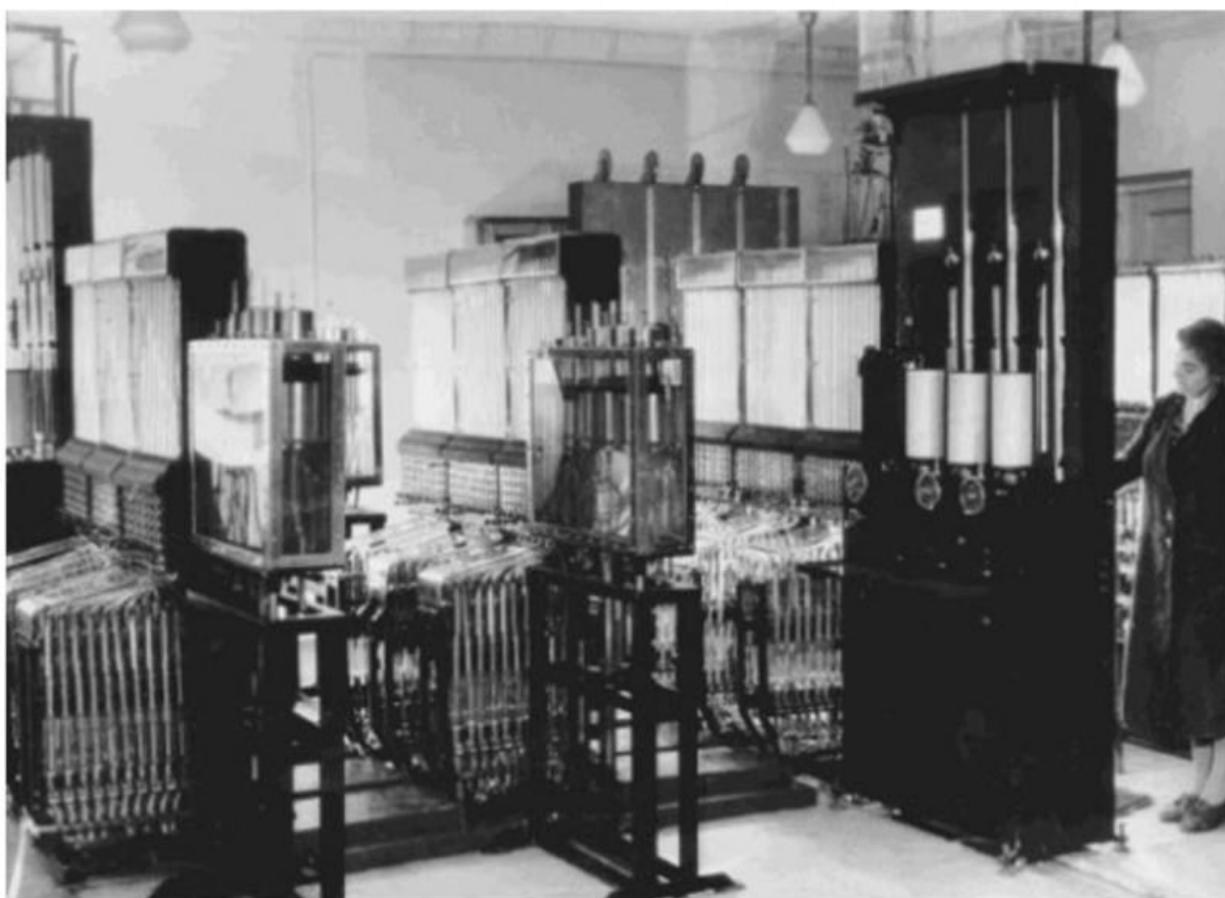


Шедевр советской инженерии - компьютер на воде

Автор: [DrovaNaTrave](#)

13 марта 2017 18:56

Буквально только сейчас узнал о совершенно потрясающем устройстве – водяном компьютере. Гидравлический интегратор Лукьянова - первая в мире вычислительная машина для решения дифференциальных уравнений в частных производных - на протяжении полувека был единственным средством вычислений, связанных с широким кругом задач математической физики.



В 1936 году он создал вычислительную машину, все математические операции в которой выполняла текущая вода. Слышали ли вы о таком?

Первый гидроинтегратор ИГ-1 был предназначен для решения наиболее простых – одномерных задач. В 1941 году сконструирован двухмерный гидравлический интегратор в виде отдельных секций. В последствии интегратор был модифицирован для решения трехмерных задач.

После организации серийного производства интеграторы стали экспортироваться за границу: в Чехословакию, Польшу, Болгарию и Китай. Но самое большое распространение они получили в нашей стране. С их помощью провели научные исследования в поселке "Мирный", расчеты проекта Каракумского канала и Байкало-Амурской магистрали. Гидроинтеграторы успешно использовались в

шахтостроении, геологии, строительной теплофизике, металлургии, ракетостроении и во многих других областях.

Появившиеся в начале 50-х годов первые цифровые электронно-вычислительные машины (ЦЭВМ) не могли составить конкуренции "водяной" машине. Основные преимущества гидроинтегратора - наглядность процесса расчета, простота конструкции и программирования. ЭВМ первого и второго поколений были дороги, имели невысокую производительность, малый объем памяти, ограниченный набор периферийного оборудования, слабо развитое программное обеспечение, требовали квалифицированного обслуживания. В частности, задачи мерзлотоведения легко и быстро решались на гидроинтеграторе, а на ЭВМ - с большими сложностями. В середине 1970-х годов гидравлические интеграторы применялись в 115 производственных, научных и учебных организациях, расположенных в 40 городах нашей страны. Только в начале 80-х годов появились малогабаритные, дешевые, с большим быстродействием и объемом памяти цифровые ЭВМ, полностью перекрывающие возможности гидроинтегратора.

И еще немного для тех, кому интересны подробности.

Создание гидроинтегратора продиктовано сложной инженерной задачей, с которой молодой специалист В. Лукьянов столкнулся в первый же год работы.

После окончания Московского института инженеров путей сообщения (МИИТ) Лукьянов был направлен на постройку железных дорог Троицк-Орск и Карталы-Магнитная (ныне Магнитогорск).

В 20-30-е годы строительство железных дорог велось медленно. Основными рабочими инструментами были лопата, кирка и тачка, а земляные работы и бетонирование производились только летом. Но качество работ все равно оставалось невысоким, появлялись трещины - бич железобетонных конструкций.

Лукьянов заинтересовался причинами образования трещин в бетоне. Его предположение об их температурном происхождении сталкивается со скептическим отношением специалистов. Молодой инженер начинает исследования температурных режимов в бетонных кладках в зависимости от состава бетона, используемого цемента, технологии проведения работ и внешних условий. Распределение тепловых потоков описывается сложными соотношениями между температурой и меняющимися со временем свойствами бетона. Эти соотношения выражаются так называемыми уравнениями в частных производных. Однако существовавшие в то время (1928 год) методы расчетов не смогли дать быстрого и точного их решения.

В поисках путей решения проблемы Лукьянов обращается к трудам математиков и инженеров. Верное направление он находит в трудах выдающихся российских ученых - академиков А. Н. Крылова, Н. Н. Павловского и М. В. Кирпичева.

Инженер-кораблестроитель, механик, физик и математик академик Алексей Николаевич Крылов (1863-1945) в конце 1910 года построил уникальную механическую аналоговую вычислительную машину - дифференциальный интегратор для решения обыкновенных дифференциальных уравнений 4-го порядка.

Академик Николай Николаевич Павловский (1884-1937) занимался вопросами гидравлики. В 1918 году доказал возможность замены одного физического процесса другим, если они описываются одним и тем же уравнением (принцип аналогии при моделировании).

Академик Михаил Викторович Кирпичев (1879-1955) - специалист в области теплотехники, разработал теорию моделирования процессов в промышленных установках - метод локального теплового моделирования. Метод позволял в лабораторных условиях воспроизводить явления, наблюдаемые на больших промышленных объектах.

Лукьянов сумел обобщить идеи великих ученых: модель - вот высшая степень наглядности математической истины. Проведя исследования и убедившись, что законы течения воды и распространения тепла во многом сходны, он сделал вывод - вода может выступать в роли модели теплового процесса. В 1934 году Лукьянов предложил принципиально новый способ механизации расчетов неустановившихся процессов - метод гидравлических аналогий и спустя год создал тепловую гидромодель для демонстрации метода. Это примитивное устройство, сделанное из кровельного железа, жести и стеклянных трубок, успешно разрешило задачу исследования температурных режимов бетона.

Главным его узлом стали вертикальные основные сосуды определенной емкости, соединенные между собой трубками с изменяемыми гидравлическими сопротивлениями и подключенные к подвижным сосудам. Поднимая и опуская их, меняли напор воды в основных сосудах. Пуск или остановка процесса расчета производились кранами с общим управлением.

В 1936 году заработала первая в мире вычислительная машина для решения уравнений в частных производных - гидравлический интегратор Лукьянова.



Для решения задачи на гидроинтеграторе необходимо было:

- 1) составить расчетную схему исследуемого процесса;
- 2) на основании этой схемы произвести соединение сосудов, определить и подобрать величины гидравлических сопротивлений трубок;
- 3) рассчитать начальные значения искомой величины;
- 4) начертить график изменения внешних условий моделируемого процесса.

После этого задавали начальные значения: основные и подвижные сосуды при закрытых кранах наполняли водой до рассчитанных уровней и отмечали их на

миллиметровой бумаге, прикрепленной за пьезометрами (измерительными трубками) - получалась своеобразная кривая. Затем все краны одновременно открывали, и исследователь менял высоту подвижных сосудов в соответствии с графиком изменения внешних условий моделируемого процесса. При этом напор воды в основных сосудах менялся по тому же закону, что и температура. Уровни жидкости в пьезометрах менялись, в нужные моменты времени краны закрывали, останавливая процесс, и на миллиметровой бумаге отмечали новые положения уровней. По этим отметкам строили график, который и был решением задачи.

Возможности гидроинтегратора оказались необычайно широки и перспективны. В 1938 году В. С. Лукьяновым была основана лаборатория гидравлических аналогий, которая вскоре превратилась в базовую организацию для внедрения метода в народное хозяйство страны. Руководителем этой лаборатории он оставался в течение сорока лет.

Главным условием широкого распространения метода гидравлической аналогии стало совершенствование гидроинтегратора. Создание конструкции, удобной в практическом применении, позволило решать задачи различных типов - одномерные, двухмерные и трехмерные. Например, течение воды в прямолинейных границах - одномерный поток. Двумерное движение наблюдается в районах крупных излучин рек, вблизи островов и полуостровов, а грунтовые воды растекаются в трех измерениях.

Первый гидроинтегратор ИГ-1 был предназначен для решения наиболее простых - одномерных - задач. В 1941 году сконструирован двухмерный гидравлический интегратор в виде отдельных секций.

В 1949 году постановлением Совета Министров СССР в Москве создан специальный институт "НИИСЧЕТМАШ", которому были получены отбор и подготовка к серийному производству новых образцов вычислительной техники. Одной из первых таких машин стал гидроинтегратор. За шесть лет в институте разработана новая его конструкция из стандартных унифицированных блоков, и на Рязанском заводе счетно-аналитических машин начался их серийный выпуск с заводской маркой ИГЛ (интегратор гидравлический системы Лукьянова). Ранее единичные гидравлические интеграторы строились на Московском заводе счетно-аналитических машин (САМ). В процессе производства секции были модифицированы для решения трехмерных задач.

В 1951 году за создание семейства гидроинтеграторов В. С. Лукьянову присуждена Государственная премия.

После организации серийного производства интеграторы стали экспортироваться за границу: в Чехословакию, Польшу, Болгарию и Китай. Но самое большое распространение они получили в нашей стране. С их помощью провели научные исследования в поселке "Мирный", расчеты проекта Каракумского канала и Байкало-Амурской магистрали. Гидроинтеграторы успешно использовались в шахтостроении, геологии, строительной теплофизике, металлургии, ракетостроении и во многих других областях.

Особенно наглядно проявилась эффективность метода гидравлических аналогий при изготовлении железобетонных блоков первой в мире гидроэлектростанции из сборного железобетона - Саратовской ГЭС им. Ленинского комсомола (1956-1970). Требовалось разработать технологию изготовления около трех тысяч огромных блоков весом до 200 тонн. Блоки должны были быстро вызревать без трещин на поточной линии во все времена года и сразу устанавливаться на место. Очень

сложные расчеты температурного режима с учетом непрерывного изменения свойств твердеющего бетона и условий электропрогрева произвели своевременно и в нужном объеме только благодаря гидроинтеграторам Лукьянова. Теоретические расчеты в сочетании с испытаниями на опытном полигоне и на производстве позволили отработать технологию изготовления блоков безукоризненного качества.

Появившиеся в начале 50-х годов первые цифровые электронно-вычислительные машины (ЦЭВМ) не могли составить конкуренции "водяной" машине. Основные преимущества гидроинтегратора - наглядность процесса расчета, простота конструкции и программирования. ЭВМ первого и второго поколений были дороги, имели невысокую производительность, малый объем памяти, ограниченный набор периферийного оборудования, слабо развитое программное обеспечение, требовали квалифицированного обслуживания. В частности, задачи мерзлотоведения легко и быстро решались на гидроинтеграторе, а на ЭВМ - с большими сложностями. Более того, предварительное применение метода гидравлических аналогий помогало поставить задачу, подсказать путь программирования ЭВМ и даже проконтролировать ее во избежание грубых ошибок. В середине 1970-х годов гидравлические интеграторы применялись в 115 производственных, научных и учебных организациях, расположенных в 40 городах нашей страны. Только в начале 80-х годов появились малогабаритные, дешевые, с большим быстродействием и объемом памяти цифровые ЭВМ, полностью перекрывающие возможности гидроинтегратора.

Два гидроинтегратора Лукьянова представлены в коллекции аналоговых машин Политехнического музея в Москве. Это редкие экспонаты, имеющие большую историческую ценность, памятники науки и техники. Оригинальные вычислительные устройства вызывают неизменный интерес посетителей и входят в число самых ценных экспонатов отдела вычислительной техники.

Источник: goods.spb.livejournal.com

Источник: https://fishki.net/2240737-shedevr-sovetskoj-inzhenerii---kompyuter-na-vode.html?utm_campaign=transit&utm_source=mirtesen&utm_medium=news&from=mirtesen © Fishki.net