МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра: «Управление воздушным движением»

Б.А. Алимов, М.К. Арипджонов

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по курсу

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА

Ташкент 2004 год

Конспект лекций «Методология научного творчества».

-Т.: ТГАИ, 2004 г.

Конспект лекций является основным руководящим документом для магистрантов вступающих к творческой научной деятельности. Он охватывает начальные понятия творческой деятельности, методы экспериментальных исследований, их достоинства и недостатки, аналитические методы и эталоны теоретических подходов. Кроме того, дает представления о критериях научности в решении задач различных сфер научной деятельности. Наряду с этим в конспекте даются линии с потерями и без потерь. В исследованиях жидких материалов освещены вопросы гетерогенных и гомогенных сред. Все эти вопросы связаны с устойчивостью и корректностью поставленных задач, которые расширяет круг лиц обучающихся в бакалавриатуре, магистратуре и особенно в аспирантуре.

Составители: Б.А. Алимов, М.К. Арипджанов

Введение

Несмотря на наличие богатой литературы и справочного материала многие специалисты занимающиеся научным творчеством испытывают серьёзные затруднения в подборе руководства своего научного поиска. Это объясняется тем, что почти все книги, существующие в своей области, либо опираются на слишком большой объем теоретических, математических знаний, либо написаны столь сжато и не касаются вопросов соблюдения определенной строгости изложения научных материалов или недоступны читателю. Настоящий конспект призван необходимостью помочь аспирантам, магистрантам и читателям, занимающимся научным творчеством. Он освещает некоторые вопросы методологических приемов в выбранных читателям областях науки. В то же время не претендует на полному изложения материала т.к. каждая отрасль науки имеет свои специфические требования как текущие так и проблемные.

Учитывает также широкое использование вычислительной техникой и в связи с чем, особое внимание уделяет применению математических методов обработки информации. Здесь имеется в виду эффективное внедрения компьютеров в исследованиях по машиностроению, в химической технологии, медицине, сельскохозяйстве, литературоведении, в решении транспортных задач, экономике, социологии и ряд других областях науки.

Тема №1. Предмет курса. Основные определения курса.

Методология научного исследования и проектирования – это особая область науки предметом который являются методы познания и преобразования действительности. Методология направлена на анализ научного, технического знания и деятельности на разработку рекомендаций и правил осуществления новых видов исследовательской и проектной работы, создание средств, приемов и понятийных схем этих деятельностей, определение форм организации научного и технического знания (норм, образцов, идеалов). Методология первоначально рассматривалось лишь как область философской науки. В настоящее время в методологии принято различать три уровня.

Первый уровень. Философская методология анализирует общие принципы познания и категориальную структуру науки и техники в целом с точки зрения закономерностей, характерных не только для науки, но и для человеческого мышления и деятельности вообще. В ней осуществляется интерпретация результатов науки и техники.

Второй уровень. Общенаучная методология разрабатывает методологические принципы, общие для всех (или для многих) областей науки и техники. Общенаучными являются такие понятия, например, как

информация,
вероятность,
дополнительность,
система,
модель и другие,

которые вышли за пределы конкретных областей знания и стали охватывать более широкий класс проблем. Общенаучными методами считаются

кибернетические,

логико–математические,

системно–структурные,

вероятностно–статические и др.

Третий уровень. Специальная (конкретно-научная) методология представляет собой совокупность методов и принципов исследования (проектирования) и процедур, применяемых в какой-либо конкретной научной или технической области. В этом смысле можно говорить и о методологии различных сфер инженерной деятельности и проектирования. Сущность методологического анализа на данном уровне заключается в организации методологической или теоретической базы различных научных или проектных дисциплин. Перенесение средств методологии с высших уровней на низшие не является механическим, эти средства обязательно должны получить предметную интерпретацию и доработку. Специальная методология непосредственно соотносится с методикой и техникой исследования и проектирования. При этом методологию следует отличать от методической деятельности в которой осуществляется приложение, реализация специальных методологических рекомендаций.

Методики, справочники, каталоги, типовые расчеты, руководящие стандарты и рабочие инструкции непосредственно регламентируют исследовательскую и проектную деятельность. Методическая деятельность всегда ориентируется на имеющиеся образцы, а методические положения – это предписания к построению копий с образцов данной деятельности. Если же то или иное направление еще никогда и никем не строилось и, следовательно, нет образцов, которые могли бы быть описаны в методических положениях, или существующего опыта недостаточно, то требуются специальные (конкретно-научные) разработки. Методолог транслирует образцы, по которым может быть построена соответствующая конкретная исследовательская или проектная процедура из других областей науки или инженерной деятельности, из различных сфер культуры, из истории, философии и т. д. В условиях перехода в рыночную экономику перевооружения промышленных технологий роль методологии научного исследования и проектирования возрастает, т.к. постоянная перестройка производства, быстрое совершенствование техники и технологии требуют от ученого, инженера, проектировщика также и переориентации его знаний и умений. Именно такую переориентацию и мобильность и обеспечивает методология.

Взаимосвязь техники, труда и человека, изменения каждого из этих составных элементов производства и характера их воздействия друг на друга – вот комплекс острейших проблем современности. Являясь создателем новой техники, субъектом научно-технического процесса, человек вместе с тем и объект всех как созидательных, так и разрушительных последствий прогресса науки и техники. Ведь научно-технический прогресс оказывает влияния не только на вещественные элементы производительных сил–технику, технологию, предметы труда – но и на первую очередь производительную силу–человека.

Именно успехи науки и техники позволили сократить смертность, увеличить продолжительность жизни людей, продлить период их активной трудоспособности. Новые и бурно растущие отрасли науки и техники создают предпосылки для радикального воздействия на интеллектуальные возможности людей. В обозримой перспективе становится реальностью использование ЭВМ во всех отраслях хозяйственной и интеллектуальной жизни (например, газеты, журналы, книги готовятся к выпуску на ЭВМ). Вместе со значительными успехами электроники и техники связи это приведет к корректным изменениям системы обучения, революционизирует формы, объемы и методы поступления разнообразных видов информации человеку.

Если техника крупного предприятия неизмеримо усиливала физические способности и возможности человека, то создаваемая на базе научно-технической революции техника по обработке и получению информации и техники связи резко повышают эффективность использования интеллектуальных способностей и возможностей человека.

Тема №2. Исходные (начальные) понятия методологии науки. научной деятельности и научного творчества

Исследование проблем взаимодействия и взаимосвязи техники, труда и человека имеет не только познавательное, но и большое практическое знание.

В экономической литературе неоднократно отмечалось важное значение исследования профессионально-квалифицированных и образовательных (общеобразовательных и политехнических) сдвигов в составе рабочих и ИТР – сдвигов связанных с изменением технического уровня производства. Однако на пути исследователя этого комплекса проблем встает целый ряд методологических трудностей. *Первая* заключается в том, что достаточно надежное описание образовательных и профессионально-квалификационных характеристик научных сотрудников требует выявления и квалификации многих крайне плохо поддающихся количественной интерпретации признаков. Помимо этого, для обобщающей характеристики эти признаки нужно интегрировать, соответственно взвесив их по весьма трудно определяемым весам. Определение весовой категории отнюдь не относится к спортивной квалификации. Здесь широко понимать так, что определение веса означает уровень теоретической базы научного работника по предметам программы образовательного комплекса, а во-вторых, практическая база, т.е. освоение теоретической базы в натурных вещественных приспособлениях или освоение в приборах и других современных аппаратурах.

Вторая трудность заключается в определении адекватных характеристик технического уровня производства, которому должны соответствовать определенные образовательно-квалификационные характеристики людей занимающихся научной работой. Если мы хотим получить эти наиболее достоверные данные по реально существующим производствам – а только так можно надежно оценить реальные сдвиги, - то эта трудность в свою очередь имеет две стороны. *Первая*, более легко одолимая, - это определение самых характеристик технического уровня. *Вторая*, неизмеримо более сложная проблема – это выделение в “в чистом виде” несколько производств соответствующих с тем, чтобы сравнивая соответственно обработанные характеристики определить искомые динамические тенденции различным уровням технического развития, реальный жизни такие “чистые” производства, отличающиеся именно и только данным уровням технического развития, почти не встречаются.

Третья трудность для получения ответа на поставленный вопрос, как научно-технический прогресс *будет* воздействовать на характер труда и соответственно на человека, нужно не только оценить, как данный технический уровень влияют на труд и на человека, но также определить тот удельный вес производства данного типа. При оценке их следует честь высокий уровень автоматизации процессов передачи информации о состоянии всех переменных величин, характеризующих ход технологического процесса, необходимо также принять во внимание первоочередное внедрения ЭВМ именно на этих производствах.

Таковы основные методологические трудности определения сдвигов в составе научных работников действительно имеющих желаниях и способных к научной деятельности, и, наоборот не желающих, но способных к научный деятельности. Есть и третья группа людей имеющих желание, но не способных к научному творчеству. Конечно, есть, и четвертая группа которая не желает и не способна вести научную работу. Такие, иногда попадают, но долго не удержаться среди коллектива научных работников.

Вообще, *методология* – это, во-первых, учение о методе, способе исследования, во-вторых, совокупность приемов, методов исследования, применяемых в какой-нибудь науке.

Многие инженерно-технические работники, студенты и аспиранты испытывают серьезные затруднения в выборе методологических приемов решения научно-теоретических задач. Это объясняется так, что ни в какой научный сфере не существуют конкретные методы исследования объекта и получении ожидаемого результата. Но появление электронно-вычислительных машин и их широкое использование в различных сложных технических, технологических, экономических, химико-биологических, и даже в медицинских задачах повысили требования к математической подготовке специалистов. Наряду с математической подготовкой и внедрением вычислительной техники научные работы получили некоторую систематизацию в виде <u>объект</u> – <u>математический метод</u> – <u>результат</u>. Таким образом, в научных разработках основным содержанием является разработанный математический аппарат. Такая последовательность формировали научного работника любого профиля и анализ результатов давал эффективные выводы.

Изучение объекта проводится анализом технологических приемов, выяснения и выделения основных параметров технологии, определения геометрии параметров, физико-механической и другие законы изменения параметров, сбора статических и динамических характеристик, выделение распределенных и сосредоточенных параметров и т.д. При чем нельзя забывать, что не все параметры технологии поддаются к такому анализу.

Затем переходя к аналитическому составлению уравнений, можем утвердить, что математическое описание технологических, химических, химико-технологических и других объектов применяются для выбора оптимальных режимов их работы, построения систем автоматического управления и проектирования новых конструкций аппаратов. В проекте развития теории автоматического регулирования и расширения функции систем управления изменялись м е т о д о л о г и я исследования объектов, требования к виду и характеру уравнений статики и динамики, входящих в состав математического описания объектов.

При построения систем автоматической стабилизации отдельных технологических параметров (координат) требовалось, как правило, знание статики и динамики лишь в узком "рабочем" диапазоне изменения входных и выходных координат. Для решения этой задачи применялись экспериментальные методы изучения статических и динамических свойств объекта. Эти методы чаще всего базируются на предположении о линейности и сосредоточенности параметров объектов, неизменности о времени его динамических и статических характеристик. Принятие этих допущений позволяет сравнительно просто описывать наблюдаемые процессы линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами и алгебраическими зависимостями. При экспериментальном подходе к составлению математического описания всегда требуется постановка опытов непосредственно на изучаемом объекте.

Тема №3 Достоинства, недостатки экспериментальных методов исследования объектов

<u>Достоинством</u> экспериментальных методов является их простота и малая трудоемкость при достаточно точном описании свойств объекта в узком диапазоне изменения координат.

Основной <u>недостаток</u> экспериментальных методов – невозможность установления функциональной связи между входящими в уравнения численными параметрами и конструктивными характеристиками объекта, режимными показателями процесса, физико-химическими свойствами перерабатываемых веществ. Кроме того, полученные экспериментальными методами математического описания нельзя распространять на другие однотипные объекты.

При переходе к оптимизации режимов работы технологических объектов и, тем более, к оптимальному конструированию аппаратов требуется знание их характеристик в широком диапазоне изменения технологических координат. Для этого составляют математическое описание в уравнение которого входят конструктивные и режимные параметры объекты, характеристики перерабатываемых веществ. Методы составления таких уравнений, называемые аналитическими, заключаются в теоретическом анализе физико-химических явлений, происходящих в объекте, и составлении дифференциальных или конечных уравнений сохраняя вещества, энергии и импульса. Тем самым в математическом описании учитываются особенности скорости превращение веществ, переноса тепла и массы, распределение температуры и давления и так далее.

Принципиальная особенность этих методов заключается в том, что для составления математического описания не требуется постановка эксперимента на объекте, поэтому появляется возможность нахождения уравнений статики и динамики вновь проектируемых аппаратов и станков. Кроме того, выведенные аналитическим путем уравнения одного объекта применимы для описания свойств других однотипных объектов.

К недостатком аналитических методов составления уравнений можно отнести не высокую точность описания свойств объектов, большую трудоемкость получения численных значений параметров математического описания, трудность анализ и нахождения решений уравнений.

При аналитическом составлении математического описания необходимо знание коэффициентов диффузии, теплообмена, кинетических констант реакций и т.п. Для определения их требуется постановка комплекса сложных и тонких лабораторных исследований. Так как многие из процессов, протекающих в объектах, изучены пока недостаточно полно, то при аналитическом выводе уравнений приходится делать упрощающие допущения, что снижает точность математического описания.

Получающиеся при использовании аналитических методов уравнения статики и динамики объектов, как правило, не линейны. Для нахождения их приближенных решений приходится применять вычислительные машины.

Стремление в какой-то мере упростить задачу определения численных значений, параметров уравнений статики и динамики объектов привело к разработке экспериментально-аналитических методов составления математического описания. Эти методы являются комбинацией аналитических и экспериментальных способов получения уравнений. Исходные уравнения составляются на основе анализа физико-химических процессов, имеющих место в объекте. Численные значения параметров уравнений определяются по экспериментальным данным, полученный с этого объекта.

При подобном подходе к получению математического описания сохраняются многие положительные свойства экспериментальных и аналитических методов. Однако экспериментально-аналитические методы невозможно использовать для составления математических описаний вновь конструируемых объектов. Боле того, найденное экспериментально-аналитическим методов описание справедливо только для того объекта, на котором проводился эксперимент.

Рассмотрим приемы составления математического описания, относящиеся к трем упомянутым группам методов.

Тема №4. Аналитические методы исследования объектов

Аналитическими методами составления математического описания обычно называют способы вывода уравнений статики и динамики на основе теоретического анализа физических и химических процессов, проходящих в исследуемом объекте, и учете конструкции аппаратуры и характеристики перерабатываемых веществ. При выводе этих уравнений используются фундаментальные законы механики, сохранения вещества и энергии, а также кинетические закономерности процессов химических превращений переноса тепла и массы.

Для составления аналитическими методами математического описания не требуется проведения каких-либо экспериментов на объекте, поэтому такие методы пригодны для нахождения статических и динамических характеристик вновь конструируемых объектов процесса, в которых достаточно хорошо изучена.

Параметры (коэффициенты) составленных уравнений функционально зависят от определяющих размеров технологического аппарата (диаметров, длин и т.д.), свойств обрабатываемых веществ (твердостей, упругостей, плотностей, вязкостей и т.п.) и величин, характеризующих протекание физико-химических процессов (коэффициентов сдвига, перемещения, деформации, упругости, констант скорости реакций, коэффициент диффузии, тепло и масса передачи и др.). Некоторые параметры уравнений могут быть определены расчетным путем, другие находятся с помощью теории подобия по результатам ранее выполненных лабораторных или натурных исследований какого-либо процесса. В большинстве случаев для получения численных значений коэффициентов требуется постановка специальных лабораторных опытов по изучению каждого из происходящих в объекте процессов, что существенно увеличивает затраты времени на получение математического описания. Попытки исключить из рассмотрения или упростить характер некоторых явлений в объекте приводит, как правило, к снижению точности математического описания.

Как отмечалось выше, аналитические методы начали интенсивно развиваться во второй половине XX века. Этому способствовали, вероятно, следующие причины:

1) требования к созданию оптимальных конструкции и технологических режимов;
2) интенсивное внедрение средств вычислительной техники и математизация сложных объектов;
3) широкое использование кинетических закономерностей физико-химических явлений, процессов и законов механики, тепло и масса передачи.

Аналитические методы составления математического описания базируются на анализе и количественной оценке движения приводов, валов приводных устройств, скоростей физико-химических процессов, протекающих в изучаемом объекте. Исследование электрических схем и электрооборудований базируются на оценке влияния изменения электрической нагрузки на электрические характеристики электроприводов, изменения тока нагрузки на отдельных элементах электрических схем, изменения электрического напряжения и тока в зависимости от изменения нагрузки т.д. К числу основных процессов химико-технических объектов относятся химическое превращение, перемещение вещества, перенос тепла и массы.

Для освоения аналитического метода вывода уравнений статики и динамики химико-технологических объектов требуется знание закономерностей превращение, перемещение вещества, законы гидродинамики и многофазных сред, закономерности перемещения газа и законы изменения перемещения однофазных (т.е. гомогенных) многофазных (т.е. гетерогенных) газовых сред, законы газовой и волновой динамики в различных средах. Последнее включает в себя и распространение сейсмических волн на море и на суше.

Несмотря на наличие богатой литературы по математической физике квалифицированные специалисты и инженеры, работающие в промышленности. испытывают серьезные затруднения в подборе руководства по этой великой отрасли прикладной механики. В университетах называют курс уравнения математической физики. Но они дают только классические методы исследования объектов, что ни в коем случае не дает возможность их непосредственного применения.

При написании данного конспекта авторы исходили из того, что читатель знаком только с обычным курсом высшей математики, изучаемым в наших вузах. Авторы учли также, что читатель может интересоваться не обязательно всеми задачами и методиками математической физики, рассмотренных в данном труде, а только теми, которые имеют непосредственное отношение к его специальности. У магистров, например, одних могут интересовать только вопросы колебаний, других – задача теплопроводности, третьих сигнализация в критических ситуациях. Поэтому авторы не претендуют за полноту излагаемых материалов.

В соответствии с открытием магистратуры во многих вузах страны, большое внимание уделено методологическое стороне исследование объектов. Наряду с этим большое внимание уделено и физической стороне дела. Выводы основных уравнений изложены достаточно подробно, а получаемые решения, как правило, исследуются с физической точки зрения. Последнее не относится к общественным и гуманитарным наукам, в частности, исследованиям в области педагогики и психологии. Читатель, интересующийся вопросами такого рода, должен обратиться к более полным и специальным руководством. Однако даже при этом читатель должен освоить элементы вычислительных машин и их работы. Использование компьютерной техники может только ускорить полученных теоретических решений.

Тема №5. Эталоны научности знаний

Высшей математической называют дифференциальное и интегральные исчисления, в отличие от алгебры, геометрии и тригонометрии. Тоже являются наукой, но педагогической по сему и методика освоения и изучение заканчивается в средней школе.

Основные понятия высшей математики производная и интеграл-необходимы для описания физических явлений, для точной формулировки законов природы.

Эти основные понятия стали необходимой частью знаний каждого культурного человека наряду, пониманием того, что неизвестную величину можно обозначить буквой *x и* производить с этой буквой алгебраические действия. Понятие высшей математики необходимы везде, где мы имеем дело и изменяющимися величинами, функциональной зависимостью одних величин от других.

Научная идея усвоения математических понятий, по словам академика Яков Борисовича Зельдовича, изучение элементов высшей математики через наглядные образы и приложения математики, а не путем формальных доказательств. Этому в большой степени способствовало появление и широкое внедрение компьютерной техники.

Это идея сейчас становится общепринятой во всем мире.

Перед дальнейшим изложением мы будем предполагать, что читатель уже знаком с основами теории обыкновенных дифференциальных уравнений, т.е. уравнений, связывающих неизвестную функцию одной независимой переменной, её производные и саму независимую переменную.

Теперь дадим некоторые сведения о дифференциальных уравнениях с частными производными. Дифференциальное уравнение первого порядка вида $y'=f\ (x,y)$ имеет бесчисленное множество решений, определяемых формулой, содержащую одну производную постоянную: $y = \varphi\ (x,C)$. Аналогично общее решение дифференциального уравнения второго порядка: $y'' = f\ (x,y,y',)$ содержит две производные: $y = \varphi\ (x,C_1,C_2)$. Выделение частного решения может быть произведено путем задания начальных условий, которые для уравнений второго порядка обычно имеют вид

$$y\Big|_{x=x0} = y_0 \qquad y'\Big|_{x=x0} = y'_0$$

Подставляя эти значения x,y и y' в общее решение и в его производную, получим два уравнения для отыскания произвольных постоянных C_1 и C_2 . если правая часть уравнения-функция $f\ (x,y,y'\ )$ – непрерывна в некоторой окрестности значений x_0, y_0 и y_0‘ и имеет там непрерывные частные производные

$$\frac{\partial f}{\partial y} u \frac{\partial f}{\partial y'},$$

то существует единственное частное решение, удовлетворяющее данным начальным условиям. В этом случае говорят: имеет место теоремы существования и единственности решения. Почему? Да потому, что, это уравнение имеет удовлетворяющее начальным условиям решения. Поэтому оно, существует! Так как это уравнение имеет одно единственное решение, удовлетворяющее начальным условиям его называют соблюдающих теорему единственности решения.

В научном поиске часто будут встречаться линейные дифференциальные уравнения второго порядка.

Для однородного уравнения

$$y'' + a(x)y' + b(x)y = 0$$

общее решение есть линейное комбинация двух его частных решений $y_1(x)$ и $y_2(x)$ если только эти решения линейно независимы (т.е. $y_2 \neq k y_1$, где $к$ - константа):

$$y = C_1 y_1 + C_2 y_2$$

общее решение неоднородного уравнения

$$У'' + a(x)y' + b(x)y = f(x)$$

- есть сумма какого-либо его частного решения и общего решения соответствующего однородного уравнения.

В научном творчестве встречаются дифференциальные уравнения с частными производными, т.е. уравнения, содержащие неизвестную функцию н е с к о л ь к и х переменных и её частные производные. Обычно приходится иметь дело с уравнениями для функций двух или трех независимых переменного вида:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0, \qquad y\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial x^2} - \frac{\partial u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{y^2 u}{\partial z^2} = u$$

Здесь x,y,z - независимые переменные,

u – неизвестная функция.

Мы не ставим перед собой задачу изучать способы решений дифференциальных уравнений с частными производными. Мы будем рассматривать только те конкретные уравнения, да и то далеко не все, которые существенны для физики, механики и техники. Именно эти уравнения в университетах (по специальности прикладной математики и механики) называются дифференциальными уравнениями математической физики.

Общий вид линейного дифференциального уравнения второго порядка при условии, что неизвестна функция u зависит от двух переменных x и y , таков: `

$$A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + B\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + D\frac{\partial u}{\partial x} + A\frac{\partial u}{\partial y} + Fu = f(x,y) \qquad (1)$$

Мы предполагаем, что все коэффициенты уравнений постоянны. Но приводимая ниже классификация линейного уравнения переносится и на уравнения с переменными коэффициентами, которые нами не рассматриваются.

Большинство дифференциальных уравнений математической физики представляет часовые случаи общего уравнения (1).

Так, если для единообразия обозначений вместо переменный t (времени) писать переменную y**,** то уравнение свободных колебаний струны примет вид

$$a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \qquad (2)$$

а уравнение линейной (а не сферической) задачи теплопроводности (задача Коши)

$$a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-\frac{\partial u}{\partial y}=0 \qquad (3)$$

Наконец, уравнение Лапласа в двумерном случае имеет вид

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0 \qquad (4)$$

В уравнении (4) обе частные производные входят в левую часть с одинаковыми знаками, в уравнении (2) – с противоположными знаками, а в уравнении (3) – вторая производная по одной из переменных вовсе не входит.

Л. Эйлер доказал, что любое дифференциальное уравнение вида (1) с помощью замены независимых переменных x и y может быть приведено к одному из трех следующих видов.

1. Если $AC-\frac{B^2}{4}\succ 0$, то после введения новых независимых переменных ξ и η уравнение (1) примет вид

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2}+D_1\frac{\partial u}{\partial \xi}+E_1\frac{\partial u}{\partial \eta^2}+F_1u=f_1(\xi,\eta) \qquad (5)$$

В этом случае уравнение называется э л л и п т и ч е с к и м, наиболее простым эллиптическим уравнением является уравнение Лапласа (4)

2. Если $AC-\frac{B^2}{4}\prec 0$, то уравнение (1) примет вид

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2}+D_2\frac{\partial u}{\partial \xi}+E_2\frac{\partial u}{\partial \eta}+F_2u=f_2(\xi,\eta) \qquad (6)$$

Такое уравнение называется г и п е р б о л и ч е с к и м .

Простым примером его является одномерное уравнение свободных колебаний (2).

3. Если $AC-\frac{B^2}{4}=0$, то уравнение (1) приводится к следующему виду:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2}+D_3\frac{\partial u}{\partial \xi}+E_3\frac{\partial u}{\partial \eta}+F_3u=f_3(\xi,\eta) \qquad (7)$$

Такое уравнение называется п а р а б о л и ч е с к и м. Примером его служит уравнение линейной теплопроводности (3).

Такие названия уравнений объясняются тем, что при исследовании общего уравнения кривых второго порядка

$$Ax^2+Dxy+Cy^2+Dx+Ey+F=0$$

оказывается, что в случаи $AC-\frac{B^2}{4}>0$- кривая представляет эллипс, в случае $AC-\frac{B^2}{4}<0$ гиперболу и в случае $AC-\frac{B^2}{4}=0$- параболу.

Окончательно любое уравнение вида (1) может быть приведено к одному из следующих канонических типов:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial\xi^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial\eta^2}+cu=g-\textit{эллиптический тип}$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial\xi^2}-\frac{\partial^2 u}{\partial\eta^2}+cu=g-\textit{гиперболический тип},$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial\xi^2}+\frac{\partial u}{\partial\eta}=g-\textit{параболический тип}..$$

Здесь c – постоянное число

g – функция переменных x и y .

Тема №6. Физический гуманитарный, процедурно-методологические эталоны научности. Виды критериев научности.

В природе, в технике, в математике мы часто встречаемся с физическими (и природными) явлениями где функциональная зависимость одной величины y от другой x означает, что каждому значению x соответствует определенное значение y. Все физические явления происходящих в этих областях науки можно привести к одному из выше приведенных основ уравнений.

Гуманитарные науки требуют предварительного обозначения элементов действующих в объекте и, только затем их можно математизировать для использования уравнений типа (1).

Процедурно-методический эталон научности не должен выходит за рамки одного ограниченного объекта. При этом необходимый минимум параметров должен отвечать требованиям применяемой методики. А их характеристики должны соответствовать законам физики, техники, природы что подтверждает их достоверность и приемлемость полученных результатов.

Тема №7. Виды критериев научности

Прежде чем рассуждать о критерии научности мы обратимся к предыдущей теме и приведя примеры из различных областей науки считаем возможным решить поставленную задачу.

И так, уравнение (5), (6) и (7) ещё более легко упростить введением новой независимости переменной. Новую известную функцию легко обозначать по формуле

$$U(\xi,\eta)=\vartheta(\xi,\eta)e^{\alpha\eta+\beta\eta}\quad, \qquad (8)$$

В этой формуле мы всегда можем подобрать числа α и β так, что в эллиптическим и гиперболическим уравнениях исчезнут члены с производными первого порядка, а в параболическим – член с первой производной на одной из независимых переменных (например, в уравнении (7) по ξ) и член с самой функции содержащий этот элемент. Тогда неизвестная функция имеет вид:

$$U(0,\eta) = \vartheta(0,\eta)e^{\beta\eta} \quad , \qquad (9)$$

Введение вспомогательной функции по формуле (8) можно без особых затруднений использовать при изучении телеграфного уравнения для линии без искажений передаваемых сигналов.

Учитывая, что читатель сталкивался с применением теории обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами к расчёту электрических цепей переменного тока, содержащих сосредоточенные параметры переходом к пояснению задачи.

Важнейшим примером такой цепи является колебательный контур, состоящий из последовательно соединённых сопротивлений, ёмкости и катушки самоиндукции. При этом считается, что все сопротивления контура сосредоточено только в реостате, т.е. что им катушка самоиндукции, ни соединение провода при прохождении электрического тока не выделяют тепла. Точно так же переменный магнитный поток индуктирует электродвижущую силу (Э.Д.С.) только в катушке, а токи электрического смещения возникают только между обкладками конденсатора. В электротехнике подробно изучается такие предположения.

Если протяжённость цепи велика (например, телеграфные линии, линии электропередачи), то такую цепь уже нельзя характеризовать сосредоточенными параметрами. О цепях которые имеют большую протяжённость, говорят о линиях с распределёнными параметрами.

Отметим, что если длина электромагнитной волны настолько мала, что она сравнима с поперечными размерами проводника, то эти уравнения становятся неприменимыми. В этом случае необходимо прибегать к решению уравнений электромагнитного поля, что не входит в нашу задачу.

При излучении линий с распределёнными параметрами учитывают сопротивления проводов, индуктивность линии, утечку тока в атмосферу в следствии отсутствия изоляции провода или её несовершенства, а такую взаимную ёмкость между проводами (или между проводами и землёй). Мы же, рассмотрим однородную линию, т.е. линию, сопротивления, индуктивность, утечка и ёмкость которой распределены вдоль провода непрерывного и равномерного; для наглядности будем считать линию двух проводной (см.. рис.1)

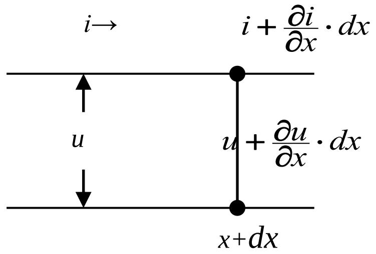


Рис. 1

Примем напряжение между проводами и ток на расстоянии x от начала линии в момент t равным соответственно u(x,t) и $i\ (x,t)$. Эти функции и являются искомыми…

Пусть R – сопротивление, L – коэффициент самоиндукции, C – емкость и G – коэффициент утечки, рассчитанные на единицу длины провода. Отметим, что коэффициент самоиндукции L есть коэффициент пропорциональности, связывающий э.д.с. самоиндукции со скоростью изменения тока, т.е.

$$U_c = L\frac{\partial i}{\partial t};$$

Емкость C есть коэффициент пропорциональности между током смещения и скоростью изменения напряжения, т.е. $i_{СМ} = C\frac{\partial c}{\partial t}$; это равенство получается дифференцированием соотношения $q = Cu$, где q – количества электричества, оставшегося на участке провода, рассматриваемого как обкладка конденсатора, а u – напряжение. Наконец, коэффициент утечки G есть коэффициент пропорциональности между током утечки и напряжения.

$$i_j = Gu$$

Для составления дифференциальных уравнений, которым должны удовлетворять функции $u\ (x,t)$ и $i\ (x,t)$, выделим участок провода от точки с абсциссой x до точки с абсциссой $x + dx$. Если обозначить через u и i напряжения и ток в точке x в момент времени t , то в точке $x + dx$ в тот же момент времени значения этих величин будут равны $U + \frac{\partial i}{dx}$ и $i + \frac{di}{dx}dx$.

Поведение напряжения на рассматриваемом участке будет вызываться потерей напряжения в проводе, т.е. величиной $R\ dxi$, и возникновением противодействующей э.д.с. самоиндукции

$U_c = Ldx\frac{\partial i}{\partial t}$ $U_Л = Ldx\frac{\partial i}{\partial t}$. Поэтому

$$u - (u + \frac{\partial u}{\partial x}\partial x) = R\partial x_i + Ldx\frac{\partial i}{\partial t},$$

т.е.

$$\frac{\partial u}{\partial x} + Ri + L\frac{\partial i}{\partial t} = 0. \qquad (10)$$

Тема №8. Телеграфные уравнения.

Далее, изменение тока на этом участке обусловлено током утечки и током смещения. Следовательно,

$$i - (i + \frac{\partial i}{\partial x}dx) = G\partial x + G\partial x\frac{\partial u}{\partial t}$$

откуда

$$\frac{\partial i}{\partial x} + Gu + C\frac{\partial u}{\partial t} = 0. \qquad (11)$$

Полученные уравнения (10) и (11) представляет системy уравнений с частными производными первого порядка. Из них легко исключить любую из неизвестных функций, например ток. Дифференцируем для этого уравнения (10) по x , а уравнение (11) по t :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial i}{\partial x}+L\frac{\partial^2 i}{\partial t\partial x}=0,$$
$$\frac{\partial^2 i}{\partial x\partial t}+G\frac{\partial u}{\partial t}+C\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=0. \qquad (12)$$

Из второго равенства находим: $\frac{\partial^2 i}{\partial x\partial t}=-G\frac{\partial u}{\partial t}-C\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$.

Выражая ещё $\frac{\partial i}{\partial x}$ из уравнения (11): $\frac{\partial\ i}{\partial x}=-Gu-C\frac{\partial\ u}{\partial t}$, и подставляя всё в первое из равенств (12), получим

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-R\left(Gu+C\frac{\partial u}{\partial t}\right)-L\left(G\frac{\partial\ u}{\partial t}+C\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right)=0$$

или окончательно

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+\frac{RC+LG}{LC\partial t}\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{RG}{LC}u-\frac{1}{LC}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=0. \qquad (13)$$

Полученное уравнение называется телеграфным уравнением. Рекомендуем вам проверить самостоятельно, что, исключая функцию u , мы придем к точно такому же уравнению и для функции i:

$$\frac{\partial^2 i}{\partial t^2}+\frac{RC+LG}{LC}\frac{\partial\ i}{\partial\ t}+i\ \frac{1\partial^2 i}{LC\,\partial x^2}=0\ . \qquad (14)$$

Полное исследование уравнения (13) (или (14)) требует специальных методов, что не входит в анализ задачу. Для конкретизации и ясного представления обратим внимание читателя к рассмотрению частного случая, который играет значительную роль в курсах электротехники. С начало отвлечемся от краевых условий, и будем считать линию бесконечно простирающейся в обе стороны, т.е. кривые (граничные условия) отсутствуют либо равно нулю. Это наше первое предположение. А, второе предположение, будем считать, что в начальный момент т.е. при $t = 0$ вдоль линии задано распределение напряжения и тока в виде

$$u\big|_{t=0}=f(x) \qquad , \qquad i\big|_{t=0}=\varphi(x) \qquad (15)$$

Пользуясь уравнениями (11) и (10) легко можем найти $\left.\frac{\partial u}{\partial t}\right|_{t=0}$ и $\left.\frac{\partial i}{\partial t}\right|_{t=0}$. Из

(11) получим $\left.\frac{\partial i}{\partial x}\right|_{t=0} + Gu\big|_{t=0} + C\left.\frac{\partial u}{\partial t}\right|_{t=0} = 0$

Поскольку $\left.\frac{\partial i}{\partial t}\right|_{t=0} = \varphi'(x)$, то

$$\left.\frac{\partial u}{\partial t}\right|_{t=0} = -\frac{G}{C} f(x) - \frac{1}{c}\varphi'(x) \qquad (16)$$

Аналогично $\left.\frac{\partial i}{\partial x}\right|_{t=0} = -\frac{R}{L}\varphi(x) - \frac{1}{L} f'(x)$ (17)

Мы рассматривали явления, происходящие в электрических цепях. Основными элементами электрической цепи являются сопротивления, ёмкости, индуктивности, источники тока и потери в электрических цепях. Часто линия рассматривается с потерей различного рода. А линия без потерь не рассматривается, считают, что идеальной линии в природе не существует. Но тем не менее этот вопрос является необходимом элементом изучения и исследования научными работниками и техническим персоналом связанных с электричеством.

Тема №9. Линия с потерями и без потерь

Если сопротивление провода очень мало и он хорошо изолирован, то можно предполагать

$$R = G = 0.$$

Тогда уравнение (18) обращается в обычное уравнение колебания нити:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (18)$$

Решение этого уравнения требует некоторые ограничения. Во-первых уравнение (18) должно быть однородное, т.е. линия не должна разделяться по частям по типу протянутой проволоки (медь, алюминий, стальная, биметаллическая и т.д) для соблюдения нормального распределения электрических параметров. Во-перых, линия должна иметь начальные условия. Надо отметить, что никакие краевые на функцию *u (x,t)* не накладываются. Такая задача называется з а д а ч е й с н а ч а л ь н ы м и у с л о в и я м и или з а д а ч е й К о ш и. Метод решения её называется м е т о д о м б е г у щ и х в о л н или м е т о д о м Д а л а м б е р а .

Для уравнения (18) можем представить начальные условия типа

$$u\big|_{t=0}=f(x) \quad , \qquad \frac{du}{dt}\bigg|_{t=0}=F(x) \qquad (19)$$

Тогда решение (18) вид

$$u(x,t)=\varphi(x-at)+\psi(x+at)\ , \qquad (20)$$

где функции φ и ψ предполагаются дважды дифференцируемыми: по x и по t:

$$U'_x=\varphi'(x-at)+\psi'(x+at),$$
$$U''_{xx}=\varphi''(x-at)+\psi''(x+at),$$
$$U^t_t=-a\varphi'(x-at)+a\psi'(x+at),$$
$$U''_{tt}=a^2\varphi''(x-at)+a^2\psi''(x+at),$$

Отсюда ясно, что

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

соблюдается. Это означает что общее решение (20) представляет результат положения двух волн, распространяющихся в право и влево со скоростью

$$a=\frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Произведенные измерения величин L и C для воздушных линий показали, что скорость распространения волн в этих линиях практически совпадает со скоростью света в воздухе.

Продолжаем выяснения сути метода Даламбера для решения уравнения (18) с начальными условиями (19).

Наша задача состоит в том, чтобы, пользуясь начальными условиями, определить неизвестные функции φ и ψ. Пологая в (20) $t = 0$ и подставляя выражения для $u\ (x,0)$ в первое из условий (21) получим

$$\varphi(x) + \psi(x) = f(x) \qquad (21)$$

Теперь пологая $t = 0$ в выражении для u'_t и пользуясь вторым условием (19), придем к уравнению

$$-a\varphi'(x)+a\Psi'(x)=F(x) \qquad (22)$$

Интегрируя это равенство в пределах от 0 до x, получим соотношение

$$-a[\varphi(x)-\varphi(0)]+a[\Psi(x)-\Psi(0)]=\int_0^x F(x)dx$$

Поскольку функции φ и ψ при $x=0$ равны нулю то

$$-\varphi(x)+\Psi(x)=\frac{1}{a}\int_0^x F(x)dx+C \qquad (23)$$

где $C=-\varphi(0)+\psi(0)$ - некоторая постоянная величина.

Из системы уравнений (21) и (23) находим искомые функции $\varphi(x)$ и $\psi(x)$:

$$\varphi(x)=\frac{1}{2}f(x)-\frac{1}{2a}\int_0^x F(x)dx-\frac{C}{2};$$
$$\Psi(x)=\frac{1}{2}f(x)+\frac{1}{2a}\int_0^x F(x)dx+\frac{C}{2} \qquad (24)$$

Заменяя аргумент x соответственно на $x-at$ и $x+at$ и подставляя использованные выражения в формулу (20) найдем функцию $u(x, t)$:

$$u(x,t)=\frac{1}{2}f(x-at)-\frac{1}{2a}\int_0^{-at}F(x)dx+$$
$$+\frac{1}{2}f(x+at)+\frac{1}{2a}\int_0^{x+at}F(x)dx$$

Применяя математические перестановки имеем

$$-\int_0^{x-at}F(x)dx+\int_0^{x+at}F(x)dx=\int_{x-at}^0 F(x)dx+\int_0^{x+at}F(x)dx=\int_{x-at}^{x+at}F(x)dx$$

и, тогда решение $u(x, t)$ примет следующий вид:

$$u(x,t)=\frac{f(x-at)+f(x+at)}{2}+\frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at}F(x)dx \qquad (25)$$

Выражение (25) называется решением Даламбера задачи Коши для уравнения колебания струны.

Для линий без потерь начальные условия могут быть написаны согласно (15) и (16) (напомним, что коэффициент утечки $G=0$) в виде:

$$u\Big|_{t=0}=f(x), \qquad \frac{du}{dt}\Big|_{t=0}=-\frac{1}{C}\varphi'(x) \qquad (26)$$

Используя общую формулу Даламбера получим выражение для напряжения:

$$u(x,t)=\frac{f(x+at)+f(x-at)}{2}-\frac{1}{2aC}\int_{x-at}^{x+at}\varphi'(x)dx \qquad (27)$$

Вычисляя интеграл и учитывая, что $aC=\frac{C}{\sqrt{LC}}=\sqrt{\frac{C}{L}}$ можем написать

$$u(x,t)=\frac{f(x+at)+f(x-at)}{2}+\sqrt{\frac{L}{C}}\,\frac{\varphi(x-at)+\varphi(x+at)}{2} \qquad (28)$$

Для функции $i\ (x,\ t)$ уравнении (28) сохраняет свой вид, где начальными условиями будут

$$i\big|_{t=0}=\varphi(x), \quad \frac{\partial i}{\partial t}\bigg|_{t=0}=-\frac{1}{L}f'(x)$$

Опять используя формулу Даламбера получим

$$i(x,t)=\frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2}+\sqrt{\frac{L}{C}}\,\frac{f(x-at)-f(x+at)}{2}$$

Выражения (26) и (27) дают решения поставленной задачи. Отметим, что в любой точке линии отношение напряжения к току для прямой волны равно $\sqrt{\frac{L}{C}}$, а для обратной волны $-\sqrt{\frac{L}{C}}$. Величина $\sqrt{\frac{L}{C}}$ называется волновым сопротивлением линии.

Возникновение волн в линии очень часто бывает связано с атмосферными разрядами. Если в линии на некотором её протяжении внезапно возникает индуцированный заряд, то вдоль линии начинают распространяться волны напряжения и тока с одинаковой скоростью.

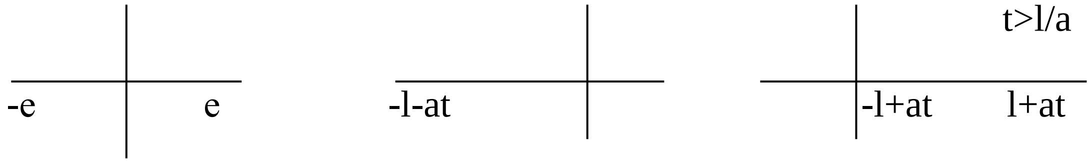
Так как начальный ток равен нулю, то $\varphi(x)=0$. Функция $f(x)$ будет отлична от нуля на некотором участке, именно на том, где возник индуцированный заряд, т.е. $f(x)\neq 0$.

Допустим, что начальные скорости распространения электрический волны (или точек струны, нити т.д. для задач прикладной механики) равны нулю и напряжений на линий (или струне) колеблется результате начального отклонения. В этом случае в формуле (25) надо положить $F(x)=0$. Тогда получим

$$u(x,t)=\frac{f(x-at)+f(x+at)}{2} \qquad (29)$$

Так как функция $f(x)$ известны, то мы можем вычислить значение $u(x, t)$ для любых x и t. Согласно сказанному выше об атмосферных разделах колебания $u(x, t)$ слагается из двух волн: первая волна $\frac{1}{2}f(x-at)$ распространяется со скоростью a вправо (п р я м а я в о л н а), а вторая волна $\frac{1}{2}f(x+at)$ распространяется с той же скоростью влево (о б р а т н а я в о л н а).

В начальный момент времени $t=0$ профили обеих волн совпадают (на рис. 2).



Тема №10. Исследование гетерогенных и гомогенных сред

Мы, объясняя методологию решения технической, экономической задачи и задачи творческого подхода к образованию, постоянно сталкиваемая со словами распространение, колебание, начальные и краевые условия, однородность и неоднородность, гомогенная и гетерогенная среда, устойчивое решение задачи или, другими словами, задача поставлена корректно и т.д. Для облегчения труда молодого научного сотрудника и инженерно-технического работника постараемся раскрыть смысле этих слов.

Одна из важнейших задач в том, чтобы найти, или выбрать, методологию составления уравнения которому должна удовлетворять функцию *u (x, t)*. Для этого сделаем несколько упрощающих предположений. Например, будем считать струну (нить) а б с о л ю т н о г и б к о й, т.е. не сопротивляющейся изгибу, а в электротехнике, линию без потерь. Это означает, что струна (нить) предполагается у п р у г о й и подчиняющейся закону Гука, а в электротехнике линию с высокой проводимостью электричества и подчиняющейся закону Ома. Изменение величины силы натяжения при этом пропорционально изменению длины струны. Примем, что струна однородна, а линейную плотность её обозначении буквой ρ (“ро” – греческой алфавит, масса единицы длины струны). В электротехнике это равносильно чистой меди или чистому алюминию, т.к. в металлургии наличие в металле 0,1 % побочных продуктов резко увеличивает его электрическое сопротивление и проволока начинает нагреваться вызывая большие потери в проволоке (в виде тепла).

Предположим, что на струну (проволоку), в плоскости колебания действуют силы, параллельные оси *OX*, которые могут меняться вдоль струны и со временем эти силы будем считать непрерывно распределенными вдоль струны; величину силы, направленный вверх, условимся считать положительной (+), а вниз - отрицательной (-). Подобно изменению фазы в первом полупериоде положительной (+) и на втором – отрицательной (-). Плотность распределения этих сил вдоль струны является функцией абсциссы *x* и времени *t*; обозначим её через g *(x, t)*. Здесь g – ускорение силы тяжести.

Силами сопротивления среды, мы пока пренебрегаем. Среда может быть и гравитационной, т.е. сильным земным тяготением, гомогенной или гетерогенной (т.е. однофазной или многофазной).

В механике однородность часто означает, что исследуемый объект подчиняется закону Гука. А в математике однородность означает, что решение уравнения зависит только от одного параметра, например, от *x,* не считая его зависимость от времени. Или же само уравнение состоит из одинаковых слагаемых и зависящих из одной независимой переменной *x, y* или *z*.

Когда объект является однофазной жидкостью то говорят о гомогенной среде.

В противным случае, т.е. если жидкость состоит два и более различных элементов, то это является гетерогенная среда.

Тема №11. Устойчивость и корректность поставленных задач исследования технических объектов

Если решение задачи единственно и непрерывно зависит от начальных условий, т.е. малые изменения последних влекут за собой малое изменение решения, то говорят, что решение задачи у с т о й ч и в о или что задача п о с т а в л е н а к о р р е к т н о.

Если уравнение колебания выражается в виде

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho} g(x,t) \qquad (30)$$

то оно называется одномерным волновым уравнением. В науке к нему сводится не только рассматриваемая задача, но и многие другие.

Если g*(x, t)=0*, то уравнение (30) называется однородным, оно описывает свободные колебания нити без воздействия внешних сил. В электротехнике означает свободное прохождение электрического тока без воздействия атмосферных, контактных сил и сил ЛЭП.

Если *g(x,t)* не ровно нулю, то уравнение называется н е о д н о р о д н ы м. В этом случае рассматриваются вынужденные колебания. В механике на стержень, нить или струну действует только сила тяжести и натяжение в них в е л и к о, т.е. $q\ell >> 0$ и, следовательно, мы можем написать $P(x, t)=q\ell$, то мы вправе пренебречь вторым слагаемых в правой части уравнения (30) по сравнению с первым (неоднородным) и рассматривать как свободные колебания стержня или нити.

Мы, в этом случае, рассматриваем уравнения колебания с целым рядом допущений как механического, так и геометрического порядков.

Теперь рассмотрим этот же вопрос применительно к электротехнике. Если это уравнение (30) имеет место, то линия или электрическая цепь получает дополнительное электричество со стороны внешних воздействий. Это может быть атмосферный разряд, генератор или трансформатор напряжения. Помимо этого в некоторых электрических цепях системы автоматики питание осуществляется буферным способом, т.е. и от сети питания и от батарейки (аккумуляторов). Тогда электрическую линию можно рассматривать математически уравнением тока (30). Если же линия (или электрическая сеть) имеет колебательный контур с большой емкостью и все источники питания отключаются, то заряд накопленный в конденсаторе колебательного контура питает электрическую линию. В этом случае электрическая линия переходит в схему питания со свободным колебанием.

Такое положение, разумеется имеет место при выводе дифференциальных уравнений как в частных производных, так и обыкновенных. Это зависит от исследуемого объекта. Вопрос о том, насколько точно уравнение описывает физический процесс, может быть решен только сравнением результатов, полученных при решении уравнения экспериментальным путем. Вот тут могут понадобится критерии адекватности уравнений.

В связи со сказанным уместно сделать следующее замечание. Хорошо известно роль м о д е л е й при изучении различных вопросов техники. Это одиноко относится моделям как математическим так и лабораторным. В связи с широком внедрением современных компьютеров во все сферы деятельности нашей жизни основной методологией исследования и решения задач становится математическое моделирование с использованием компьютеров. Но лабораторные модели не потеряли свою значение. Например, гидротехники при проектировании плотины часто строят в значительно уменьшенном размере её модель, чтобы, производя опыты над ней в лабораторных условиях, сделать некоторые заключения о характере усилий, действующих на реальную плотину.

Такую же роль играют модели проектируемых мостов, крыльев и фюзеляжа самолетов и др. Разумеется, данные, полученные при исследовании моделей, нельзя просто переносить на реальные объекты. Ведь в лаборатории нельзя создать все условия, которые могут встретиться в действительности. Кроме того, явления, происходящие при исследовании модели, далеко не всегда в точности копируют соответствующие явления в природе. Однако наиболее существенные черты процесса все-таки часто удается уловить, и дальнейшая задача проектировщика в том и состоит, чтобы увязать наблюденные на модели факты с теми, которые встретятся в натуре.

Подобную же роль играет и изучение дифференциальных (может быть, в зависимости от вида объекта и интегральных) уравнений. Учитывая основные закономерности физического процесса, мы создаем его математическую модель. Изучение этой модели и позволяет делать определенные суждения о характере процесса.

Как мы отмечали выше, дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка имеют бесчисленное множество решений, зависящих от двух произвольных функций. Чтобы определить эти произвольные функции, т.е. чтобы выделить необходимое частное решение, нужно на искомую функцию *u(x, t)* наложить дополнительные условия. Мы уже встречались с аналогичным явлением при решении обыкновенных дифференциальных уравнений, когда выделение частного решения из общего заключалось в процессе отыскания произвольных постоянных по заданным начальным условиям.

При рассмотрении задачи о колебаниях в линиях передачи электроэнергии, струны дополнительные условия могут быть двух видов: н а ч а л ь н ы е и к р а е в ы е (или граничные).

Начальные условия показывают, в каком состоянии находилась струна в момент начала колебания. Удобнее всего считать, что энергия начала передаваться (или струна начала колебаться) в момент времени *t=0*. Начальное положение точек линии (струны) задается условием

$$u\Big|_{t=0} = f(x) \qquad (31)$$

а начальная скорость

$$\frac{du}{dt}\Big|_{t=0} = F(x)\ , \qquad (32)$$

где *f(x)* и *F(x)* – заданные функции.

Запись $u|_{t=0}$ означает, что функция $u(x,t)$ взята при произвольном значении x и при $t=0$, т.е.

$$u\Big|_{t=0} = u(x,0);$$

аналогично $\left.\dfrac{du}{dt}\right|_{t=0} = u_t'(x,0)$. Такое форма записи постоянно применяется в дальнейшем.

Условия (31) и (32) аналогичны начальным условиям в простейшей задаче динамики материальной точки. В таких случаях для определения закона движения точки (движения заряда электричества), помимо дифференциального уравнения, нужно знать начальное положение точки и её начальную скорость.

А краевые условия показывают, что происходит на концах струны во все время колебаний. В простейшем случае, концы струны закреплены (в начале координат *(0,0)*, и в конце точке *(ℓ,0)* функция *u(x,t)* будет подчинятся условием

$$u\Big|_{x=0} = 0 \qquad u\Big|_{x=1} = 0 \tag{33}$$

Физический смысл того факта, что задание начальных и граничных (краевых) условий полностью определяет процесс, проще всего проследить для случая свободных колебаний линии (струны).

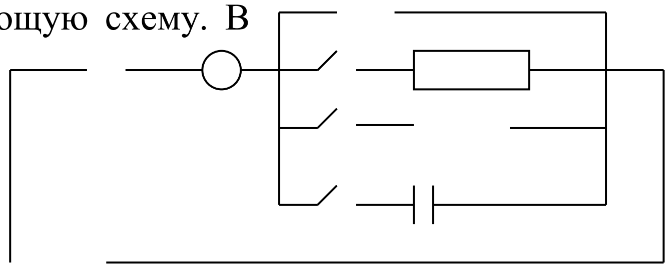
Пусть, например, струну, закреплённую на концах, как-то оттянули, т.е. задали функцию *f(x)*- уравнение начальной формы струны, и отпустим без начальной скорости. Это значит, что *F(x)=0*. Ясно, что этим, дальнейший характер колебаний будет полностью определён и мы найдём единственную функцию u *(x,t)*, решая однородное уравнение при соответствующих условиях.

Тема №12. Исследование и математическое описание электронных схем типа Rl и RC

Теперь, рассмотрим как это выглядит в электротехнике. Линия электропередач не имеет ни источника и ни потребителя электроэнергии, то есть концах линии ничего не имеется. Но в какой-то начальный момент времени мы мгновенно задали функцию *f(x)* в виде потенциала электричества. Будем рассматривать переменный ток определённой частоты ω. Известно, что частота ω связана с периодом соотношением

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Ток действующий на линию может быть с различным периодом в зависимости от того, какой источник тока соприкоснулся с рассматриваемой нами электрической линией. Это может быть от провисания линии электропередач или со прикасания линий в следствии сильного ветра, где имеется ток промышленной частоты; или же влияния индуктивного переменного тока контактной линии электропоездов; и в третьих, может быть ток ёмкостной цепи. ЛЭП где накапливается большой заряд электричества. Для всех перечисленных случаев мы можем представить следующую схему. В цепь включены амперметр A, показывающий силу тока *i,* и вольтметр *V,* измеряющий направление (разность потенциалов между точками A и B). Положительное направление тока показано стрелкой.



Вольтметр V измеряет величину $U = U_A = U_B$ (а точнее $\varphi = \varphi_A - \varphi_B$). Включая тот или иной рубильник, исследуем прохождение тока через сопротивления, индуктивность или ёмкость.

Пусть ток меняется со временем по закону

$$i = i_0 \cos(\omega t + \alpha)$$

Если этот ток идёт по сопротивлению R, то по закону Ома

$$\varphi_R = R \cdot i = R \cdot i_0 \cos(\omega t + \alpha)$$

Для общности со сказанным о связи со временем (с периодом) запишем это равенство так:

$$\varphi_R\ (t) = \varphi_1\ \cos(\omega t + \alpha_1),$$

где $\varphi_1 = R\, i_0$, и $\alpha = \alpha_1$

Пусть ток идёт через индуктивность L. Тогда

$$\varphi_i = L\frac{di}{dt} = -L\omega i_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

Положим

$$\varphi_i = \varphi_2 \cos(\omega t + \alpha_2)$$

Тогда $\varphi_2 = L_2\, \omega i_0$, и $\alpha_2 = \alpha + \frac{\pi}{2}$. Действительно, известно, что

$\cos(\beta + \frac{\pi}{2}) = -\sin\beta$ при любом β, поэтому $\cos(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}) = -\sin(\omega t + \alpha)$.

Отличие индуктивности от сопротивления проявляется в том, что кривая напряжения сдвинута относительно кривой тока на четверть периода.

Рассмотрим случай ёмкости. В этом случаи $i = C\frac{d\varphi_c}{dt}$,

поэтому $\varphi_c = \frac{1}{c}\int i dt = \frac{1}{c}\int i_0 \cos(\omega t + \alpha) dt = \frac{i_0}{c\omega}\sin(\omega t + \alpha)$

Постепенное интегрирование $\bar{\varphi}_c$ в переменном токе всегда равна нулю. Здесь индекс c означает, что это потенциал в обкладках ёмкости C.

Записав φ_c в виде $\varphi_c = \varphi_3 \cos(\omega t + \alpha_3)$, получим

$$\varphi_3 = \frac{1}{C\omega} i_0 \quad , \qquad \alpha_3 = \alpha - \frac{\pi}{2}$$

Следовательно, в цепи переменного тока соотношение между амплитудой тока и амплитудой напряжения на ёмкости такое же, как на сопротивлении, равно $R_3 = \frac{1}{C\omega}$. Выражая ёмкость в фарадах и частоту в обратных секундах (т.е. сек $^{-1}$), получим R_3 в омах.

Кривая напряжения в ёмкости сдвинута относительно кривой тока в п е р ё д на четверть периода.

Вот такими, примерно, функциями может быть выражено *f(x),* т.е. мгновенное влияние внешней электрической энергии в рассматриваемую электротехническую цепь.

Возвращаясь к механическим колебаниям струны под влиянием *f(x)* можем отметить, что можно заставить струну колебаться иначе, а именно придав точкам струну некоторую начальную скорость. Физически ясно, что в этом случае дальнейший процесс колебаний будет вполне определен. Придание точкам струны начальной скорости может быть осуществлено при помощи удара по струне (например, способ пробуждения струны гитары).

Рассмотрим тело, на которое действует сила

$$F = kx$$

Такой силе соответствует потенциальная энергия

$$U = \frac{kx^2}{2}$$

Начало координат является положением устойчивого равновесия.

Движение тела под действием силы представляет собой колебание в влево и вправо от положения равновесия. Можно представить себе шарик, который скатывается с одной ветки параболы, набирая скорость, по инерции забирается на вторую ветвь, скатывается с неё и т.п. Согласно второму закону Ньютона уравнение этих колебаний имеет вид

$$m = \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \qquad (34)$$

Мы не будем решать его общим, но довольно сложным способом, а вместо этого как бы “угадаем” вид решения и сосредоточим внимание на исследовании свойств этого решения.

Предположим, что

$$x = a \cos \omega t \qquad (35)$$

Такой вид решения выбран потому, что косинус является одной из простейших периодических функций.

Подставим выражение (35) в основное уравнение (34); так как

$$v = \frac{dx}{dt} = -\alpha\omega \sin \omega t, \qquad \frac{d^2x}{dt^2} = -\alpha\varpi^2 \cos \varpi t$$

то

$$- ma\omega^2 \cos \omega t = - ka \cos \omega t \qquad (36)$$

Соотношение (36) будет справидливо при любом *t,* если $m\omega^2=k$. Поэтому функция (35) действительно удовлетворяет уравнению, если

$m\omega^2 = k,$ откуда $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Тогда $$x = a\cos\left(t\sqrt{\frac{k}{m}}\right) \qquad (37)$$

Отметим, что квадратный корень в выражении не приводит к двум решениям, так как *cos ωt = cm(-ωt)*

Если нас интересует период колебаний, т.е. время, через которое тело возвращается в исходное положение с исходной скоростью, то поступим из следующих соображений. Функция *cosφ* возвращается к начальному значению, когда угол *φ* делает полный оборот, т.е. меняется на *2π*. Значит, в выражении *acos ωt* величина *ωt* за один период *T* также должна меняться на *2π*. Поэтому *T* находим из условия

$$\omega(t + T) = \omega t + 2\pi$$

откуда

$$\omega T = 2\pi, \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (38)$$

Отметим что величина $f = \frac{1}{T}$ даёт число колебаний в единицу времени и называется частотой колебаний. Размерность её $\frac{1}{сек}$ (обратная секунда). Единица чистоты – одо колебание в секунду имеет специальное название *герц* в честь немецкого физика Генриха Герца. Из формулы (38) видно, что

$$f = \frac{\varpi}{2\pi}.$$

Однако во всех формулах удобнее иметь дело именно с *ω*, а не с *f* , иначе повсюду появятся коэффициенты *2π* и *4π*. Величина $\omega = \frac{2\pi}{T}$ называется круговой частотой.

Тема №13. Методология исследования химия -технологических объектов

В приведённых примерах мы рассматривали вопросы методологии символического описания, языком математики, *объектов* механики, электротехники и движения струны. Последнее относится не только механике, но и вполне серьезным образом можно применять изложенную методику в текстильной промышленности, в изготовлении синтетических нитей, в обработке хлопка и даже в исследованиях сбора хлопка хлопкоуборочными машинами барабанно-шпиндельного типа, а не пневматического типа. А в пневматических хлопкоуборочных машинах в принципе такая методология подхода к исследованию остаётся неизменной, но отношение объекта может меняться в зависимости от давления воздуха, среды и постановки задачи.

Теперь несколько слов о методологии исследования химия – биологических объектов. Химия – биологический объект в отличии от химия – технологических имеет своеобразный способ исследования. Для разработки, например, какого-то химического препарата вначале собирают аналоги приблизительно соответствующей структуры и делают анализ их воздействия при их употреблении на живой организм. Во время анализа выявляется недостаточность в структуре какого-то важного элемента необходимого для введения в живой организм. Ищутся пути без особого труда создания ожидаемого нового химического препарата. В результате поисков получают 3 или 5 разновидностей таких химических соединений. Каждый из этих препаратов апробируются введением в тело различных животных и птиц. Собрав эти данные снятых с животных анализируя и сравнивая возможную их достоверность о том, что после его введения в организм не только остаётся в состоянии прежней живучести, но и проявит свой эффект, то есть положительные симптомы улучшения болезни (если это действительно больной организм). Вообще термин “больной организм” также является понятием относительности. Мы имеем в виду, что отклонение параметров организма от нормативов данного возраста это и есть болезнь. Исходя из этого можно разделить больных на два типа:

1) требующих стационарного лечения (лежащие)
2) не требующих стационарного лечения (ходящие)

В любом случае препарат должен дать положительный эффект при соблюдении всех режимных указаний исследователя. Читателю понятно, что в данном случае, исследователь это в то же время, скорее всего и, лечащий врач

Если препарат не дает положительного эффекта, то исследователь снова анализирует аналогии и выбирает новый путь создания ожидаемого препарата. Теперь этот путь будет более сложным чем предыдущий. После получения препарата эта процедура повторяется.

В конечном итоге необходимый препарат получают путем катализации с активными элементами и нагреванием. После достижении цели с положительным эффектом препарат рекомендуется в серийное производстве для лечения больных с конкретным диагнозом.

Тема №14. Методология исследования радиоактивного распада и деления ядер

Вначале коротко о воздействии излучений высокой энергии. В современной технике возможны такие условия использования электроаппаратуры, при которых она оказывается под кратковременным или длительных воздействием корпускулярных, либо волновых радиоактивных излучений высокой энергии. При этом важно знать степень устойчивости материалов к воздействию излучений, сохранения ими своих электрических и механических свойств, т.е. *радиационную стойкость*. Поэтому к известным физическим, электрическим и химическим характеристикам материала должно добавляться и требование его радиационной стойкости.

Отметим, что *к корпускулярным излучениям* относятся быстрые и медленные нейтроны, осколки ядер, α - частицы β - лучи (электроны различных скоростей).

К волновым излучениям принадлежат лучи, жесткие и мягкие рентгеновские излучения. Интенсивность излучения измеряют в *Вт/м*^{2}, а для нейтронов часто указывают плотность потока быстрых или медленных нейтронов сквозь *1м*^{2}. Иногда для характеристики процесса облучения используют произведения плотность потока нейтронов, скорости и времени облучения. Напомним, что в системе СИ экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучения измеряется в *Кл/кг*, а мощность этой дозы – в *А/кг*. Существует между единицами системы СИ и ранее введенными и до настоящего времени еще широко используемыми единицами следующее соотношение:

$$1 Кл / кг = 3870\, Р,$$

где Р - рентген, единица измерения излучений.

Такое же соотношение между ампером на килограмм и рентгеном в секунду. Для ориентировки укажем, что при облучении гамма – или рентгеновскими лучами предельная допустимая для человеческого организма доза равна *0,05 Р/*$_{день}$, что при шестичасовом рабочем дне составляет *2,3 мкР/сек*.

Энергия излучения, попадав на поверхность тела (материала), убывает по мере проникновения в глубину по закону:

$$P_x = P_o \exp(-\mu x), \qquad (39)$$

где P_o – мощность дозы в воздухе у поверхности тела, в рентгенах;

x - глубина проникновения, в мм,

μ - эффективный коэффициент ослабления излучения в теле (материале).

Эффективный коэффициент ослабления для простых веществ (не активных веществ)

$$\mu \approx к\, \lambda^3 Z^3 \rho\,, \qquad (40)$$

где λ - длина волны излучения, в м,

Z - номер элемента в таблице Менделеева,

ρ - плотность,

$К$- коэффициент пропорциональности.

Таким образом, поглощение излучения в материале, как видно из выражения (39), зависит от природы тела (материала) и качества самого излучения. Рассеяние энергии излучения происходит в основном за счет ионизации (физики называют ее внутренним фотоэффектом), возбуждения атомов, а при очень больших энергиях – за счет ядерных преобразований. Часть энергии расходятся на выбивание атомов или ионов в между узлами, причем в решетке появляются вакансии и дефектные центры (см. рис.3).

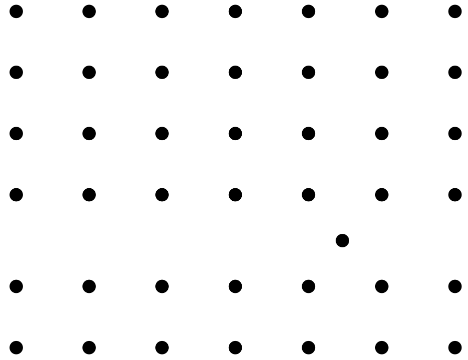


Рис.3 Пустой узел и собственный ион в между узловом пространстве

В зависимости от строения внешних электромагнитных оболочек атомов могут образовываться различные виды связи.

Ковалентный называется связь атомов друг с другом, достигаемая за счёт электронов, которые становятся общими. Ковалентная связь наблюдается в молекулах, образованных металловидными атомами (например, в молекуле хлора).

Рис.4 Схема двухатомной с ковалентной связью

Второй вид связи – *ионная связь* – определяется силами притяжения между положительными и отрицательными ионами. Примерами ионных кристаллов является галоидные соли щелочных металлов.

Третьим видом связи является *металлическая связь,* приводящая такие к образованию твёрдых кристаллических тел. Наличие свободных электронов в этих кристаллических телах приводит к высокой электропроводности и теплопроводности металла, а такие явления причиной блеска металлов.

Четвёртым видом связи является *молекулярная связь* (её называют также *связью Ван – дер – Вальса*). Такая связь существует у ряда веществ между молекулами с ковалентными внутримолекулярными связями.

Воздействие излучение может привести к ряду молекулярных преобразований. Методические исследования молекулярных преобразований и химических реакций, в основном, остаётся тем же что были описаны выше.

Считаем полезным знать приближённые соотношения между различиями единицами измерения поглощенной дозы излучения:

Вид измерения	*Часто используемая единица*	*Эквивалент, рад.* (*радиация*)
Электроны	Электрон (1 Мэв) на 1 см^2	$0{,}4 \cdot 10^{-7}$
γ – излучение	γ – кват (2 Мэв) на 1 см^2	$0{,}7 \cdot 10^{-9}$
Рентгеновское излучение и γ – излучение	**Рентген**	**0.93**
Нейтроны	Тепловой нейтрон 1 см^2	$1 \cdot 10^{-9}$
	Быстрый нейтрон (2 Мэв) на см^2	$0{,}3 \cdot 10^{-8}$

Мощность поглощённой дозы излучения

1 *рад /сек* = 0,01 *вт / кг* = 10^{-6} *М рад / сек.*

Тема №15. Вероятность распада. Начальные и граничные условия. Среднее время жизни радиоактивных атомов

Теперь переходим к методологии символического математического описания радиоактивного распата.

Основной закон радиоактивного распата состоит в том, что отношение числа распавшихся за единицу времени атомов к общему числу атомов является постоянной величиной, зависящей только от вида атомов. При этом подразумевается, что общее число атомов весьма велико.

Эта величина называется вероятностью распада. Обозначим количество атомов, которые ещё не распались к моменту времени t, через $N(t)$. В момент времени $t + dt$ не распавшихся атомов будет $N(t + dt)$. Поэтому за время dt, т.е. от t до $t + dt$, распадается $N(t) - N(t + dt) = -dN$ атомов. Вероятность распада $\omega = -\frac{dN}{Ndt}$.

Отсюда $\frac{dN}{dt} = -\omega N$.

Из этого соотношения, вспоминая, что размерность $\frac{dN}{dt}$ такая же, что и соотношения $\frac{N}{t}$, видим, что вероятность распада ω имеет размерность $\frac{1}{сек}$.

Начальное условие состоит в задании числа атомов в начальный момент времени: при $t = 0$, $N = N_0$.

Определение вероятности распада как соотношения числа распадов в единицу времени к начальному числу атомов справедливо только в том случае, если число распадов в единицу времени (в секунду) составляет малую долю числа атомов. Точное определение вероятности распада даётся именно формулой

$$\omega = -\frac{1}{N}\frac{dN}{dt} , \qquad (41)$$

т.е. вероятность распада равна соотношению числа распадов за малый промежуток времени к общему числу атомов и к величине промежутка времени.

Решая уравнение (41) пользуясь начальным условием находим:

$$N(t) = N_0\, e^{-\omega t} \qquad (42)$$

Известно, что производная показательной функции пропорциональна самой функции, т.е.

$$\frac{d(C^x)}{dx} = Const \cdot a^x \quad ,$$

отсюда

$$\frac{d(Ce^{kx})}{dx} = Cke^{kx} \quad ,$$

если C и k - постоянные. Используя это свойство показательной функции, предположим решение уравнения (41) имеет вид

$$N = Ce^{kt} \qquad (43)$$

Здесь нужно подобрать C и k так, чтобы удовлетворялись уравнения и начальное условие.
Дифференцируя (43) получим:

$$\frac{dN}{dt} = Cke^{kt} = kN \;;$$

подставим это в (41):

$$kN = -\omega N \;,$$

отсюда $k = -\omega$. Пологая в (43) $t = 0$ и пользуясь начальным условием, получаем $C = N_o$. Итак, $N = N_o\, e^{-\omega t}$ **.**

Величина $-\omega t$ безразмерна, как и должно быть.

Радиоактивные атомы характеризуются периодом полураспада T, который представляет собой время, в течении которого число атомов N вследствие распада уменьшается вдвое по сравнению с начальным.

Определим период полураспада. Из формулы (42)

$$N(T) = N_0\, e^{-\omega T}$$

С другой стороны, по определению $N(T) = \frac{1}{2} N_0$. Поэтому

$$N_0 e^{-\omega T} = \frac{1}{2} N_0 \;; \quad e^{-\omega T} = \frac{1}{2} \;, \text{ откуда}$$

$$-\omega T = -\ln 2 \;, \quad T = \frac{\ln 2}{\varpi} \approx \frac{0{,}69}{\varpi} \qquad (44)$$

Период полураспада обратно пропорционален вероятности распада.

Каждый атом, прежде чем распасться, существует некоторое время, это время называется **временем жизни атома**.

Среднее время жизни t различных радиоактивных атомов различно. Так, например, известно несколько изотопов урана. Один из них уран с атомным весом 238 (U^{238}), имеет среднее время жизни t= $7\cdot 10^9$ лет. Другой изотоп (U^{235}) имеет среднее время жизни t= 10^9 лет (получение атомной энергии на атомных электростанциях при давлении урана происходит в основном за счёт U^{235}). Среднее время *р а д и я* 2400 лет.

Отметим, что в физических справочниках часто приводят период полураспада $T = 0{,}69$ t.

Однако не надо думать, что среднее время жизни всех радиоактивных атомов исчисляется тысячелетиями. Среди радиоактивных веществ, встречающихся в природе и излучённых супругами Кюри и Эрнестом Резерфордом, имеется полоний со средним временем жизни около 4 минуты и радий С ' со средним временем жизни около 200 дней, радий А со средним временем жизни $2 \cdot 10^{-4}$ секунды.

В связи с развитием ядерной физики и использованием атомной энергии открыто огромное количество (более 400) различных радиоактивных веществ с самым различным средним временем жизни.

Если в момент времени t имеется $N(t)$ нераспавшихся атомов, то в единицу времени распадается $n(t) = \omega N(t)$ атомов. Величина $n(t)$ есть скорость распада атомов.

Если элемент имеет большое среднее время жизни, проверять формулу (42) на опыте не удаётся.

Однако, приводя опыты с радиоактивными веществами, имеющими не очень большое среднее время жизни (от нескольких минут до нескольких дней), удаётся с большой точностью проверить формулу $n(t)$, а тем самым подтвердить формулы (41) и (42).

Тема №16. Об исторических переходных нормативах (на примере гуманитарных наук)

Первоначально нормативом науки считали гуманизм якобы существовавший в княжеских и дворянских слоях населения. История возникновения и распространения гуманизма примерно такова.

Слово гуманизм – латинский *humanus* – означает человечный, воспитанный, культурный, что существовал в верхних слоях элиты (высокопоставленные государственные чиновники, князи, дворяне, и другие богачи того времени). Они обращались друг к другу соблюдая полное уважение, вернее всего высокую осторожность и называли друг друга культурными людьми. Поэтому слово гуманизм означал, культурное. Эти же люди начали привлекать на свои встречи поэтов и писателей того времени, слушали отрывки их произведений, давали им свои оценки. Впоследствии слово гуманизм приобрёл смысл литературное. Позднее дети и сами дворяне читали книги и обсуждали смысл прочитанных произведений. Таким образом, это слово приобрёл название научное.

Иногда в этих кругах обсуждали общественный строй и высказывали своё мнение по поводу движения низших слоёв. Такое движение возникшее в Италии и распранившееся впоследствии также в Германии, Голландии, Франции и Англии привели к обогащению гуманитарных, особенно, философских наук. Гуманизм был идеологией сравнительно узкого образованного круга и возник из потребности борьбы против феодализма и феодального закрепощения личности.

Таким образом, слово образование и культуры считался гуманизм, который в разное время приобретал разный смысл поведения и гуманитарные образование, и, даже, науки.

Считаем необходимым отметить, что наука это итог, совокупность знаний о природе, обществе и мышлении, накопленных в ходе общественно исторической жизни. Наука стремится изобразить мир, ее цель-найти законы явлений, объяснение явлений. Она развивается и движется вперед вместе с развитием общества. Прогресс ее заключается в том, что она все точнее и глубже отображает действительность. Наука возникает на основе производственно-практической деятельности людей.

В связи потребностями новой техники инженерная практика наших дней все чаще и чаще встречается с математическими задачами, точное решение которых весьма сложно или неизвестно. В этих случаях обычно прибегают к тем или иным приближенным вычислениям. Поэтому приближенные и численные методы анализа получили широкое развитие.

Выбирая численный метод среди известных методов, или разрабатывая новый, мы должны учитывать специфику машины, на которой предполагается решать задачу.

При приближенном решении задач необходимо оценка погрешность полученного результата.

Литература

1. Е.В. Пальмов. Температура проволоки в процессе волочения. Сб. «Расчёт и конструирование заводского оборудования», Вып.45. Москва-Свердловск, Машгиз, 1953.
2. Б. Алимов, М. Икрамов, Э.А.Магрупов. Температурные явления при волочении. Сб. «Вопросы кибернетики», вып. 48. ФАН. Ташкент, 1972.
3. И.Г. Араманович, В.И. Левин. Уравнения математической физики. Изд. «Наука» 1964.
4. А.Д. Коволенко. Основы термоупругости. Изд-во «Наукова физика», Киев, 1970.
5. Б. Алимов, М. Икрамов. Динамические усилия при волочении металла. Сб. «Вопр. Кибернетики и вычислительной математики» Вып.33, ФАН, Ташкент, 1969.
6. Зельдович Б.И. Математика для начинающих. Физматгиз. М. 1985.
7. Вентцель Е.Л. Теория вероятности. М. Физматгиз. 1980.
8. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. Госхимиздат. М. 1962.
9. Поков А., Мансуров Б. Электротехника. М-Л. Энергия. 1971.
10. Петушил А.В., Страхов С.В. Основы электротехники, I и II. М. Энергия, 1955.
11. Фельдбаум А.А. Электрические системы автоматического регулирования М., Оборонгиз, 1954.
12. П.К. Акульшин И.А. Комлев, К.Е. Кульбицкий. Теория связи по проводом. Связьиздат. М. 1940.
13. Основы электротехники. Под ред. К.А. Круга, Госэнергоиздат. М. 1952.