

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Арзамасский коммерческо-технический техникум»

***ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ»***

Выполнили:

Квасницын Дмитрий

Руководитель:

преподаватель специальных дисциплин

Степанова М.М.

Арзамас, 2019

Содержание

Введение	3
1. Электрические явления в живой природе	5
2. Действие электрического тока на биологические объекты	14
3. Влияние магнитного поля Земли и магнитных бурь на живые организмы	16
4. Влияние электромагнитного излучения	25
Заключение	36
Литература	37
Приложения	38

Введение

Электричество играет порой невидимую, но жизненно важную роль в существовании многих организмов, включая человека.

Удивительно, но электричество вошло в нашу жизнь благодаря животным, в частности электрическим рыбам. Например, в основе электрофизиологического направления в медицине лежит использование в лечебных процедурах электрических скатов. Живые источники электричества в свою врачебную практику впервые ввёл известный древнеримский врач Клавдий Гален. Сын богатого архитектора, Гален получил вместе с хорошим образованием внушительное наследство, что позволило ему путешествовать в течение нескольких лет по берегам Средиземного моря. Однажды в одной из маленьких деревушек Гален увидел странное зрелище: двое местных жителей шли ему навстречу с привязанными к голове скатами. Это «обезболивающее средство» нашло применение при лечении ран гладиаторов в Риме, куда Гален вернулся после завершения путешествия. Своеобразные физиопроцедуры оказались настолько действенными, что даже император Марк Антоний, страдавший болями в спине, рискнул воспользоваться непривычным способом лечения. Избавившись от изнурительного недуга, император назначил Галена личным врачом.

Впервые европейцы столкнулись с чудовищными живыми электростанциями в джунглях Южной Америки. Отряд искателей приключений, проникших в верховья Амазонки, наткнулся на множество мелких ручейков. Но как только один из участников экспедиции ступил ногой в тёплую воду ручейка, он упал без сознания и пробыл в таком состоянии два дня. Всё дело было в электрических угрях, обитающих в этих широтах. Амазонские электрические угри, достигающие трёх метров в длину, способны генерировать электричество напряжением более 550 В. Электрический удар в пресной воде оглушает добычу, которая обычно состоит из рыб и лягушек, но способен также убить человека и даже лошадь, если они в момент разряда находятся вблизи угря.

Физические знания позволяют объяснить многие процессы, происходящие в живых организмах: процесс зрения, передачу нервного импульса и другие.

Огромное значение на современном этапе развития науки имеет биофизика. Для решения сложнейших вопросов биофизики необходима интеграция всех естественнонаучных знаний.

Физика вооружает биологию современными методами исследования (спектральный анализ, исследование биопотенциалов, УЗ-диагностика и др.).

Физика предоставляет биологам мощную аппаратуру и приборы такие, как электронный микроскоп, спектрографы, тепловизоры и т.д.

Происходит взаимное проникновение предметов и методов исследования биологии и физики.

Физика и техника вооружает ученого приборами для проведения биохимических и биофизических исследований.

Таким образом, физика и другие естественные науки стремятся к интеграции. Происходит не только синтез знаний, но и взаимопроникновение методов познания.

Тема моей работы - *Исследование электрических явлений в живой природе.*

Объектом исследования являются биофизические явления.

Предметом исследования являются физические основы биофизических явлений.

Цель работы – раскрытие физических основ биофизических явлений.

Исходя из цели были поставлены следующие *задачи*:

1. На основе анализа научной литературы раскрыть взаимосвязь физики с биофизикой.

2. Изучить основные биофизические явления и выявить их физические основы.

Для решения поставленных задач использовались: анализ научной литературы по физике, химии, биофизике, физиологии; изучение приборов биофизических исследований.

1. Электрические явления в живой природе

В живых организмах происходят разнообразные электрические процессы.

Первые подтверждения существования электрических процессов в растительных тканях были получены в середине 19-го века.

Между здоровой и поврежденной тканью возникает разность потенциалов. Срезы листьев, стеблей, клубней всегда заряжены отрицательно по отношению к нормальной ткани. Именно с этим связаны так называемые электрические токи повреждения, протекающие между тканями.

Задание Разрежьте яблоко пополам и вырежьте середину. Приложите электроды к кожуре и измерьте разность потенциалов. Приложите один электрод к кожуре, а другой поместите во внутреннюю часть мякоти. Объясните возникновение тока.

В дальнейшем были накоплены сведения об электрических явлениях, сопровождающих фотосинтез, дыхание и другие биологические процессы.

Выяснилось, что в момент гибели некоторых растительных тканей их потенциал резко возрастает. Индийский исследователь Бое соединил внешнюю и внутреннюю части зеленой горошины с гальванометром и затем нагрел ее до температуры 60 градусов. При этом была зарегистрирована разность потенциалов около 0,5 В.

Были зарегистрированы электрические ритмы растений. Так, если поместить кончик корня молодого бобового растения в воду и измерить разность потенциалов между корнем и наружной средой, то ее величина колеблется с периодом 5-20 мин. Причем амплитуда колебаний уменьшается по мере удаления от кончика корня, а частота сильно зависит от температуры окружающей среды.

Разность потенциалов между вакуолью и наружной водной средой, в которой живут водоросли равна 0,15 В.

Разность потенциалов имеется и между различными участками органов живых существ. Существуют биопотенциалы мозга и сердца. В этих органах имеют место биотоки, без которых невозможно нормальное функционирование организма.

В мозгу непрерывно совершаются электрические процессы. Если на лоб и затылок наложить металлические пластины, соединенные через усилитель с регистрирующим прибором, то можно зафиксировать непрерывные электрические колебания коры головного мозга. Их ритм, форма и интенсивность зависят от состояния человека. Впервые электроэнцефалограмма, т.е. электрическая активность мозга, была зарегистрирована русским ученым В.В. Правдич – Немским на собаках с помощью струнного гальванометра.

Электрофизиология – наука, занимающаяся исследованием электрической активности биологических объектов в состоянии покоя и возбуждения, а также их пассивных электрических свойств (сопротивление, емкость) при пропускании электрического тока.

Электрофизиологические методы исследования дают возможность получить информацию об электрической полярности, проводимости и функциональном состоянии ткани, органа, клетки без существенного травмирования объекта. Одновременно эти методы строго количественные и, при использовании современных электронных приборов, позволяют проводить автоматическую запись и машинную обработку результатов опыта. Электрофизиологический метод незаменим при исследовании процесса возбуждения, т.к. в основе этого свойства живых систем лежат изменения электрической полярности мембран. Регистрация мембранной разности потенциалов дает важную информацию при исследовании транспорта ионов, межклеточных взаимодействий.

В медицине стало привычным делом получение информации о работе сердца, мозга или мышцы электрическим сигналом, сопровождающим их активность.

Когда кровь течет по капиллярам кровеносной системы, возникают потенциалы течения, являющиеся одним из источников биопотенциалов. Установлено, что один из пиков электродиаграммы обусловлен возникновением потенциалов течения крови в коронарных сосудах сердца. Эти потенциалы измеряют в кардиологических клиниках и лабораториях

Работа мышц, нервных клеток приводит к определенному распределению потенциала в работающем органе. Сердце, например, ведет себя как электрический

диполь, момент которого периодически меняется, образуя переменное электрическое поле в организме. Каждый орган имеет специфическое электрическое поле и характерные потенциалы действия, отражающие его функциональное состояние. Большое значение приобрела регистрация биопотенциалов сердца (электрокардиография), мозга (электроэнцефалография), мышц (электромиография).

Еще в глубокой древности люди открыли электрических рыб: электрический скат, электрический сом, электрический угорь. Древние греки называли их "нэрке", что означает в переводе с греческого – приводящая в оцепенение "поражающая рыба". Было замечено, что прикосновение к ним ведет к излечению таких заболеваний, как подагра, мигрень и др.

Изображение электрического сома имеется на древнеегипетских гробницах, а электротерапию с помощью этих рыб рекомендовал Гален (130-200 г.н.э.), проходивший врачебную практику на гладиаторских боях в древнем Риме.

До появления теории электрических явлений, удар ската объяснялся как механическое воздействие. Сторонником этой теории был Р. Реомюр. Он полагал, что орган ската, с помощью которого он производит удар, представляет собой мышцу, способную сокращаться с высокой частотой. И прикосновение к такой мышце может вызвать онемение конечностей. Только в 18-м веке были поставлены опыты, показывающие электрическую природу удара, наносимого скатом.

В настоящее время установлено около 300 из 20 тыс. современных видов рыб, способных генерировать и использовать биоэлектрические поля. Они разделяются на три группы: сильноэлектрические рыбы, имеющие электрические органы и создающие вокруг себя сильное электрическое поле с целью защиты или нападения, слабо электрические рыбы, обладающие специализированными электрогенераторными тканями и образующие импульсные электрические поля с целью локации и связи, неэлектрические рыбы.

К первой группе относятся электрические скат, сом и американский звездочет.

Некоторые рыбы, например электрический угорь, занимает промежуточное положение, так как способен излучать разряды, характерные для сильно и слабоэлектрических видов. Южноамериканский электрический угорь производит

разряд напряжением 500-600 В. При этом мощное электрическое поле простирается в радиусе 5 метров.

Приближение жертвы к угрю вызвано разрядами, в результате которых происходит электролиз воды, в результате чего она обогащается кислородом. Именно кислород и привлекает рыб, лягушек и других животных, которыми питаются угри.

Наиболее ярким представителем электрических рыб является электрический скат. Рыба эта обитает в теплых морях, весит около 100 кг и достигает двух метров в длину. Ее электрические органы находятся по бокам головы и весят около шестнадцати килограмм. Скат способен вырабатывать напряжение от 50 до 300 В. Разрядный ток может достигать 10 А, так что мощность разряда превышает 0,5 кВт.

Особенно выделяется скат - торпеда, который в течении 10-15 секунд способен давать до 150 разрядов в секунду по 80 вольт каждый.

Нельзя также не упомянуть одного из обитателей Нила - мормируса или водяного слоника. В основании хвоста у него расположен генератор переменного электрического тока, посылающий импульсы с частотой несколько сотен герц. Окружающие предметы искажают созданное мормирусом электромагнитное поле, что немедленно отмечается приемным устройством на его спине. Чувствительность этого природного локатора необычайно велика. Мормируса невозможно поймать в сеть.

Акулы, миноги и некоторые сомообразные используют электрические органы не для защиты, а для поиска жертвы. Известно, что свободно плавающая акула может находить скрытую в песке камбалу, основываясь исключительно на восприятии биоэлектрических потенциалов, возникающий при дыхательных движениях добычи. Сомы могут обнаружить электрополя, создаваемые закопавшимися в землю червями. Эта способность была обнаружена в серии красивых опытов, выполненных Келмином в 1971 г.

Электрические органы акулы обладают огромной чувствительностью и реагируют на электрическое поле напряженностью 0,1 мкВ/см.

Крупный ночной хищник - гимпарх, обладает огромной чувствительностью к малейшим изменениям напряженности окружающего его электрического поля. При приближении какого-либо объекта

Задача. Нильский электрический сом генерирует напряжение до 350 В, угорь свыше 500 В, а электрический скат около 50 В.

Объясните такое различие напряжений, вырабатываемых разными рыбами.

Исследования показали, что электрические органы состоят из мышц, потерявших способность сокращаться. Мышечные ткани являются проводниками, а соединительные изоляторами. Электроорган связан со спинным мозгом рыб посредством нервов.

Электрический орган рыбы состоит из электроцитов - сильно уплощенных клеток, упакованных в столбики. К мембране одной из плоских сторон электроцита подходят окончания нервных волокон, а на другой стороне их нет. Электроциты обращены друг к другу разноименными мембранами. В состоянии покоя разность потенциалов на обеих мембранах электроцита одинакова и близка к - 80 мВ (внутренняя среда клетки заряжена отрицательно по отношению к наружной).

Поэтому между внешними поверхностями обеих мембран электроцита разность потенциалов отсутствует. Когда к электроциту по нерву приходит импульс, то из нервных окончаний выделяется ацетилхолин, который воздействуя на инвертированную мембрану, увеличивает ее проницаемость для ионов натрия, что приводит к возбуждению этой мембраны. При возбуждении напряжение на ней меняет знак и достигает 70 мВ. Разность потенциалов между внешними поверхностями одного и того же электроцита становится равной 150 мВ. Поскольку они собраны в столбики, напряжение между крайними клетками в столбике будет пропорционально их числу. Для того, чтобы генерируемый ток не проходит через саму рыбу, орган окружен изолирующей тканью с высоким удельным сопротивлением. и контактирует только с внешней средой.

Электрические органы очень похожи по своему строению на батарею гальванических элементов. Они состоят из множества пластинок собранных столбиками (последовательное соединение), которые расположены друг возле друга

во множество рядов (параллельное соединение см. рис). Одна сторона пластинки несет на себе отрицательный заряд, а другая с выступающими сосочками, заряжена положительно. Весь орган заключен в электроизолирующую ткань. В основе действия лежат химические силы.

К каждой пластинке подходит нерв, идущий от спинного мозга. Управлением разрядами электрических органов осуществляется из специальных нервных центров: крупных долей продолговатого мозга или мотонейронов спинного мозга.

У ската электрический орган находится в хвосте, а у угря в крыле-плавнике. Особый электрический орган у электрического сома, дающего разряд до 360 В. Он расположен тонким слоем под кожей по всему туловищу.

Интересно, что среди ископаемых рыб, электрических было гораздо больше, чем среди ныне живущих.

Роль этих органов велика. Они служат для атаки, а также являются частью локационно-навигационной системы.

Электрические явления имеют место в нервной системе живых существ. Органы чувств, которыми владеет животный мир, природой разделены на механические (осязание, слух, тепловые рецепторы) и химические (вкус, обоняние и зрение). Но о чем бы они ни сообщали мозгу: о цвете, о звуке, о тепле или боли – всю свою информацию они преобразуют сначала в электричество. Но не в постоянный ток, а в отдельные разряды. Мы чувствуем с помощью электричества.

Одним из свойств живых организмов является раздражимость. Она достигает наибольшего развития у существ, имеющих нервные клетки. Нервная клетка – нейрон приспособлена для быстрого ответа на раздражение. Нейрон имеет отросток – аксон. Оболочка аксона разделена двумя водными растворами. Во внешнем содержится до девяноста процентов ионов Na и ионов Cl. Внутренний раствор содержит значительный процент положительных ионов калия и отрицательных органических ионов.

В невозбужденном состоянии мембрана обладает высокой проникающей способностью для положительных ионов калия и низкой для ионов натрия. Ионы калия устремляются наружу и внутренний раствор заряжается отрицательно по

отношению к внешнему. Между ними имеется разность потенциалов $U=60 \text{ мВ}$. Эта разность потенциалов называется "потенциалом покоя".

Когда аксон проводит нервный импульс, проницаемость мембраны меняется. Она возрастает для положительных ионов натрия. Это приводит к тому, что натрий устремляется внутрь аксона. Внутренний раствор заряжается положительно по отношению к внешнему. Возникает так называемый "потенциал действия" - разность потенциалов, достигающая -50 мВ . За счет этого напряжения аксон генерирует свой собственный электрический импульс, который передается другим клеткам. В результате "потенциал действия" вновь сменяется "потенциалом покоя". Нервный импульс движется со скоростью 100 м/с .

Некоторые растения совершают суточные периодические движения - складывают и раскрывают свои листья и лепестки цветков. Другие растения обладают еще более заметной двигательной активностью и реагируют быстрыми движениями на разнообразные внешние факторы - свет, гравитационное воздействие, химические вещества, прикосновение, вибрацию. Такая чувствительность помогла мимозе стыдливой войти в поговорку, ведь стоит лишь слегка коснуться ее, как мелкие листочки складываются и опускается основной черешок. К быстрым реакциям способны также различные насекомоядные растения и усики лиан.

Каким образом происходит у растений столь быстрые движения? Решающую роль здесь играют электрические процессы, происходящие в клетках. В клетках растений также как в нервной или мышечной клетке животного, между внутренней и наружной поверхностью мембраны имеется разность потенциалов около 100 мВ , которая обусловлена различным ионным составом внутриклеточной и внеклеточной сред, а также неодинаковой проницаемостью мембраны для этих ионов.

Под действием раздражителей мембрана клетки возбуждается и возрастает ее проницаемость для одного из катионов (как правило для кальция). В результате напряжение на мембране уменьшается почти до нуля, но вскоре опять восстанавливается до исходного значения. Длительность такого потенциала действия достигает нескольких десятков секунд и он может распространяться от

одной клетки к другой также, как это происходит с нервным импульсом, но с гораздо меньшей скоростью.

Оказывается, что клетка харовой водоросли способна генерировать потенциал действия. Реакция на раздражение при этом принципиально не отличается от реакции аксона кальмара. Однако реагирование растительных клеток происходит довольно медленно. Скорость распространения импульса составляет лишь несколько сантиметров в секунду.

Способность растений складываться и раскрываться также обусловлена потенциалом действия.

Так движение листьев мимозы вызвано сокращением сочленовой подушечки, поддерживающей листовую черешок. Самой большой чувствительностью обладают "осязательные волоски", расположенные в ряд поперек сочленовой подушечки. Достаточно легкого прикосновения к одному из них, чтобы лист опустился.

Потенциал действия по черешку мимозы распространяется со скоростью 2 см/с, а по листу насекомоядного растения венериной мухоловки - со скоростью 10 см/с. Мимоза также реагирует движением листа на раздражение сочленовой подушечки током 0,5 мкА.

Восстановление исходного напряжения на мембране после возбуждения происходит вследствие того, что в мембране открываются дополнительные калиевые каналы, закрытые в состоянии покоя. Это приводит к выводу из клетки некоторого количества ионов калия (внутри их больше, чем снаружи) и восстановлению нормальной разности потенциалов.

Таким образом, каждое возбуждение растительной клетки сопровождается уменьшением на некоторое концентрации ионов калия внутри клетки и увеличением ее снаружи, что и является причиной двигательной реакции.

Задание Насыпьте поваренную соль в целлофановый мешочек и опустите его в воду. Наблюдайте за разбуханием мешочка. Почему это произойдет. (Вода будет проникать внутрь мешка, пытаясь уравнивать осмотические давления внутри и снаружи мешка, пропорциональные концентрации растворенных ионов. В

результате, увеличивающееся гидростатического давления внутри мешка может разорвать его.

Живые растительные клетки - это концентрированные растворы солей, окруженные мембранами, очень хорошо проницаемыми для воды. Придя в соприкосновение с ней, эти клетки разбухают, так что давление внутри них может достигать 5 МПа. Значение внутриклеточного давления и степень разбухания зависят от концентрации растворенных в них ионов. Уменьшение концентрации ионов калия внутри клетки во время возбуждения сопровождается падением внутриклеточного давления.

Представим теперь, что один из листовых черешков состоит из двух продольно расположенных групп клеток, а возбуждение охватывает только нижнюю группу клеток. При возбуждении нижняя часть черешка частично спадает, а набухшая верхняя часть пригибает черешок. По такому же механизму может происходить движение и других частей растения. Электрические сигналы координируют активность их клеток.

Выделение нектара также является электрическим явлением. При механическом раздражении возникает электрический импульс, который передается по железистым клеткам в проводящие пучки и достигает нектарника. У растений-хищников (росянка, мухоловка и др.) при раздражении возникает электрический импульс, распространяющийся со скоростью 2 м/с.

Задача. Рассматривая жировую (миелиновую) оболочку нерва в качестве плоского конденсатора с площадью обкладок 1 см^2 , толщиной 2 мкм и $\epsilon = 49$, рассчитайте его емкость.

2. Действие электрического тока на биологические объекты

По электрическим свойствам ткани организма человека представляют собой разнородную среду. Органические вещества (белки, жиры, углеводы), из которых состоят кожа, кости, связки являются изоляторами. Однако во всех тканях и клетках имеются жидкости (кровь, лимфа). В них содержатся кроме органических коллоидов растворы электролитов и поэтому они являются хорошими проводниками электрического тока.

Наибольшую электропроводность имеет спинномозговая жидкость, сыворотка крови. Значительно меньше электропроводность внутренних органов, а также мозговой, жировой и соединительной ткани, нервные волокна.

Электросопротивление организма зависит в первую очередь от состояния кожи и подкожной клетчатки. Ток, пройдя через них, разветвляется и проходит по проводящим путям, обладающим наименьшим сопротивлением.

Эти пути лежат вдоль кровеносных и лимфатических сосудов, оболочек нервных слоев и др.

Увлажненная кожа хорошо проводит электрический ток. Наоборот, сухая, огрубевшая кожа является плохим проводником.

Если на коже имеются повреждения, то даже небольшое напряжение может быть опасным.

Протекающий в организме электрический ток раздражает нервные волокна, вызывает непроизвольное сокращение мышц, расстройство дыхания и кровообращения.

Сильное сокращение мышц не позволяет человеку выпустить из рук оголенный провод, находящийся под напряжением.

Тепловое действие сильного тока приводит к ожогам.

Если ток протекает между руками через сердце, то при силе тока в 0,025 А наступает расстройство дыхания. При токе в 0,08 А аритмия сердца, при силе тока 0,4 А остановка сердца.

Особую опасность представляет постоянный ток.

При спасении пострадавшего, нужно быстро выключить ток, отстранить человека от электрической сети при помощи какого-либо неэлектропроводящего предмета, а затем оказать ему необходимую помощь.

Электрический ток малой силы может быть использован в лечебных целях. Его раздражающее действие применяется для восстановления сократительной способности мышц. Кратковременные токи применяются для раздражения сердца после его остановки.

Наука о спасении человека, потерявшего почти все признаки жизни, реаниматология – достигла многого. Ее результаты все больше и больше применяются в практике скорой помощи, в больнице, в клиниках. При спасении человека иногда производится регуляция электрической активности человека.

В медицинской практике широко применяют электрофорез. Он служит для введения в организм белков, аминокислот, антибиотиков, ферментов, а также для диагностики и контроля за ходом болезни.

Задача. Сопротивление тела человека колеблется от 1000 до 10000 Ом. Для человека считается безопасным напряжение равное 36 В. Определите максимальную силу тока, которую можно считать безопасной.

Задача. Всем известно, как опасно для человека прикосновение к электрическим проводам трамвая или высоковольтной сети. Чем же объясняется то, что птицы спокойно усаживаются на провода?

Тело птицы представляет собой ответвление цепи, сопротивление которого по сравнению с другой ветвью (участком между лапками) огромно. Поэтому сила тока протекающего по телу птицы ничтожна и безвредна. Но если бы птица крылом, хвостом, или клювом или другой частью тела соединилась бы с землей (например посредством столба) она была бы мгновенно убита током.

3. Влияние магнитного поля Земли и магнитных бурь на живые организмы

Земля создает вокруг себя магнитное поле. По современным данным некоторые планеты Солнечной системы также обладают магнитным полем. Так, например, Юпитер и Сатурн обладают сильным магнитным полем. Слабые магнитные поля имеются вокруг Марса и Меркурия. У Венеры магнитное поле отсутствует.

Земля, являясь шарообразным магнитом, имеет магнитные полюса.

В конце 20-го века Северный магнитный полюс находится на расстоянии 1000 км от Северного географического полюса, а Южный магнитный полюс находится на расстоянии 800 км от Южного географического полюса. Именно в районах магнитных полюсов сходятся линии индукции магнитного поля Земли. Необходимо отметить, что точки схождения лежат не на земной поверхности, а под ней. Магнитная ось не проходит через центр Земли и не является ее диаметром.

Магнитные полюса постоянно смещаются (по некоторым данным со скоростью 5-6 км/год). Это ничтожное смещение в масштабах всей Земли.

В настоящее время доказано, что для магнитных полюсов Земли характерна инверсия (переполусовка). Инверсия полюсов происходит через период в 200 тысяч лет. Сама переполусовка занимает приблизительно 10 тысяч лет.

Магнитное поле Земли простирается вверх до высоты примерно 90 тыс.км. До высоты 44 тыс.км. напряженность магнитного поля убывает. В слое от 44 тыс.км. до 80 тыс.км. магнитное поле неустойчивое, в нем постоянно происходят колебания. Выше 80 тыс. км. интенсивность магнитного поля быстро падет.

В середине 20-го века магнитное поле стало ослабевать, а в 1994 г. начались мощные колебания поля.

Сильные возмущения магнитного поля Земли, обусловленные солнечной активностью называются магнитными бурями.

Под влиянием магнитного поля изменяются свойства жидкостей: вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение. По мнению некоторых ученых

магнитные поля сильно влияют на свойства крови и как следствие на самочувствие человека других биологических объектов. Эта взаимосвязь получала название магнитотропизм.

Нервная система человека представляет собой единую, очень сложную электрическую цепь. Нервные импульсы являются электрическими импульсами. Они порождают электромагнитные колебания, которые регистрируются на разных расстояниях от человека. Эти колебания определяются характером того электрического тока, который их породил. А этот ток в разных органах различен (не по своей природе, а только по характеристикам). Поэтому сердце имеет свое специфическое электромагнитное излучение, печень – свое, мозг – свое и т.д.

Естественно, что при выполнении данным органом различных функций меняются и характеристики протекающих в нем электрических токов. Поэтому меняются и характеристики электромагнитных излучений органов. Очень важная сторона этой связи: магнитное поле способно оказывать влияние на движение заряженных частиц. Оно может полностью перекрывать пути заряженным частицам, может, несмотря на свое присутствие, сохранять это движение таким же, как и в присутствии поля, может направлять движение заряженных частиц. Более того, магнитное поле, при определенных характеристиках (определенной конфигурации) может добавлять энергию заряженным частицам т.е. увеличивать их скорость движения, ускорять их. Поэтому возможно создание ускорителей заряженных частиц.

Магнитное поле Земли выполняет все указанные выше функции, и это оказывает очень важное, а возможно, и решающее влияние на все оболочки Земли и на нашу жизнь.

Очень важно знать конфигурацию, структуру магнитного поля Земли. От неё зависит эффективность защиты Земли от солнечных и космических заряженных частиц. Например, на экваторе и вблизи него силовые линии магнитного поля направлены горизонтально, т.е. поперек движущимся из космоса заряженным частицам, поэтому они являются хорошей защитой для Земли от этих частиц. Над полюсами (магнитными) силовые линии магнитного поля направлены вертикально

и поэтому не могут оказывать противодействие движущимся к Земле, заряженным частицам. Таким образом, дипольное магнитное поле в принципе не может служить хорошей защитой от корпускулярной радиации.

Что собой представляют магнитные бури?

Солнечный ветер существует всегда, это своего рода испарение высокотемпературной плазмы солнечной короны в межпланетное пространство. Но время от времени на солнце происходят взрывные процессы, которые были названы солнечными вспышками, поскольку с Земли наблюдателями воспринимались как вспышки в определенных областях. Во время солнечных вспышек из солнечной атмосферы выбрасываются в межпланетное пространство потоки заряженных частиц (электронов, протонов, ядер гелия), энергии которых намного больше, чем энергии частиц солнечного ветра. Естественно, что эти частицы быстро движутся от Солнца к Земле. Поток солнечных высокоскоростных частиц распространяется в межпланетном пространстве наподобие поршня. Через определенное время (12–24ч.) этот поршень достигает орбиты Земли. Под его давлением магнитосфера Земли на дневной стороне сжимается вдвое или даже больше. Дневная граница магнитосферы под давлением потока частиц может приблизиться к Земле от удаления, равного примерно 10 радиусам Земли, до 3–4 радиусов! Так начинается мировая магнитная буря. Она охватывает весь земной шар.

Во время магнитной бури существенно изменяются отражающие и поглощающие свойства слоев ионосферы, что приводит к возникновению помех в коротковолновой радиосвязи. Во время магнитных возмущений происходит также разогрев верхних слоев атмосферы и тропосферы, что способствует развитию циркулярных движений и возникновению циклонов.

Вариации геомагнитного поля оказывают влияние на погодные условия. С ними связано увеличение холодных зим и сильных засух в Европейской части России и Западной Сибири. Климатические колебания изменяют ток рек, согласуясь с вариациями геомагнитного поля.

На человека действует целый ряд физических (космических) факторов, которые связаны с процессами в магнитосфере и вызваны воздействием на неё солнечных корпускулярных потоков. Это следующие факторы:

1. Инфразвук, возникающий в областях полярных сияний в высоких широтах;

2. Короткопериодические колебания магнитного поля Земли (микропульсации). Это колебания магнитного поля с частотами от нескольких герц до нескольких килогерц. Экспериментально было доказано влияние на живые организмы микропульсаций с частотами 0,01–10 Гц. Микропульсации этих частот действуют на нервную систему человека.

3. Изменение интенсивности ультрафиолетового излучения, приходящего к поверхности Земли в результате того, что меняются в высоких широтах под действием вторгающихся заряженных частиц озоновый слой.

Известно, что на организм человека действуют и погодные факторы. Это значит, что метеорологические процессы находятся в определенной связи с электромагнитными процессами, которые наиболее выражено проявляются в периоды магнитосферных бурь.

Следует иметь в виду, что проявление космических факторов в разных регионах может быть разным. Так в высоких широтах атмосферное электрическое поле, направленное вертикально, которое оказывает очень сильное влияние на живой организм, увеличивается в периоды магнитосферных бурь в несколько раз. Но оно в такой же степени увеличивается и в отсутствии магнитосферной бури в том месте, где атмосфера сильно загрязнена промышленными выбросами. Поэтому в периоды большого загрязнения люди будут ощущать отрицательное действие электрического поля не меньше, чем во время магнитосферных бурь. Поэтому одинаково важно учитывать все факторы, которые действуют на человеческий организм, – и космические и те, которые связаны с местными особенностями, в том числе и с деятельностью человека.

Влияние магнитных бурь на заболевания сердечнососудистой системы

Известно, что сердечнососудистые заболевания и смертность, вызванная ими, самые распространенные. Продолжительное время считалось, что обострения указанных заболеваний связаны с явлениями в атмосфере, такими, как снижение атмосферного давления и массового содержания кислорода при изменении давления, влажности воздуха, повышения температуры воздуха, усиление ветра и т.п. Но дальнейшие исследования показали, что изменению указанных погодных факторов предшествует действие космических факторов. Именно поэтому ухудшение состояния больных происходит не во время действия погодных факторов, а значительно раньше, когда начинают действовать космические факторы.

Весь процесс начинается на Солнце и связан с выбросом из него потоков заряженных частиц, которые при подходе к Земле оказывают действие на магнитосферу, ионосферу и атмосферу Земли. Поэтому были проведены исследования связи между этим процессом (называемым солнечной или магнитосферной бурей) и развитием ухудшения состояния больных с сердечнососудистой патологией. Было достоверно установлено, что солнечные и магнитные бури самым тесным образом связаны с ухудшением общего состояния больных.

Проведенные многолетние исследования убеждают в том, что первопричиной ухудшения состояния больных, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями является не изменение метеорологических факторов, а воздействие на них импульсных электромагнитных полей, магнитных возмущений и бурь, которые, в свою очередь, обусловлены солнечными бурями.

Исследования показали, что имеется тесная связь между активностью Солнца (солнечными бурями) и возмущениями магнитного поля Земли, с одной стороны, и содержанием общих липидов в сыворотке крови фагоцитарной активностью нейтрофилов, а также свертываемостью крови – другой. На увеличение геомагнитной возмущенности четко реагирует содержание фосфолипидов, свободного холестерина в крови, величина отношения фосфолипиды – свободный

холестерин – триглицерид. Это объясняется тем, что под действием геомагнитных бурь изменяются биохимические процессы в мембранах клеток.

Важна не только величина магнитного поля, сколько сам факт его изменения, так периодическое изменение электромагнитных полей (естественной природы) влияет на ритмы основных физиологических процессов, регулирует их.

Влияние магнитных бурь на кровь

Геомагнитные бури действуют на кровь и таким образом оказывают влияние на систему микроциркуляции.

Кровь представляет собой достаточно сложную как по составу, так и по свойствам отдельных составляющих жидкость. Это физико-химическая среда, и она характеризуется физико-химическими свойствами, такими, как вязкость, осмотическое давление ионная сила, окислительно-восстановительный потенциал, рН и др. Если организм здоров, все основные характеристики крови могут меняться только в незначительных пределах, физически их можно считать весьма стабильными. Если сильно меняется обмен веществ, то кровь не может сохранить свои характеристики неизменными. Таким образом, под действием внутренних и внешних причин, когда кровь не может адаптироваться к новым условиям, происходят изменения её физико-химических характеристик.

Клетка является электрической системой, по крайней мере все её функции, в частности, обмен с внешним миром) контролируются электрическими зарядами, электрическим потенциалом. Нервная система человека также является электрической системой. Основные свойства и функции крови также связаны с электричеством. Кроме электрических зарядов надо говорить и об электрических токах, поскольку движение электрических зарядов и есть электрический ток. А любой электрический ток создает вокруг себя магнитное поле. Значит кровь в движении представляет собой электромагнитную систему.

Динамическая структура крови, которая связана с её биохимическими функциями и со сложными процессами обмена веществ, образуется под действием электрических и магнитных полей. Когда эритроциты вращаются, то их

электрические заряды создают конвекционные электрические токи. Эти токи порождают магнитное поле. Потому каждый эритроцит является не только электрически заряженным диском, но еще и магнитом.

Электрическая система, какой является наша кровь, не защищена от действия электрических и магнитных полей. В опытах над животными было показано, что электрический заряд поверхности клетки, а также электрический потенциал поперек мембраны клетки остаются неизменными при действии на клетки ткани, крови и органов таких факторов, как температура, ионизирующая радиация, биологические вещества.

Совсем иначе обстоит дело при действии на человека электромагнитных полей, в результате которого изменяются физико-химические характеристики крови и элементов, из которых она состоит. Причем изменение свойств крови может происходить и вследствие действия электромагнитных полей на центральную нервную систему организма, железы внутренней секреции и т.д.

Было установлено, что под действием электромагнитного поля изменяется электрический состав крови, происходит оседание эритроцитов, увеличивается также вязкость крови. Электромагнитное поле действует не только на плазму крови, её эритроциты, но и на клеточные элементы крови. Под действием магнитного поля увеличивается число лейкоцитов в крови.

Все это свидетельствует о том, что кровь очень чувствительна к изменению внешних факторов потому, что она является системой электромагнитной. Таким образом, внешние и внутренние факторы действуют на весь организм прежде всего через кровь, через те изменения в крови, которые происходят под их действием.

Действие магнитных бурь на органы дыхания

Во время геомагнитных бурь и при усилении импульсного электромагнитного поля естественного происхождения происходит снижение показателей жизненной емкости легких и пневмотахометрии, у больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких уменьшается систолическое давление.

Последствия геомагнитной бури для больных туберкулезом легких выражается в учащении случаев профузных легочных кровотечений, которые приводят к смертельному исходу. Усиление импульсного электромагнитного поля сопровождается учащением кровохарканий в 1,5 раза.

Адаптация организма к новым условиям среды происходит путем перестройки биоритмов. Геомагнитное поле, видимо, является синхронизатором биоритмов.

Влияние магнитных бурь на психоэмоциональные состояния

Исследователи, оценивая состояния больных гипертонической болезнью в дни гравитационных возмущений, отмечают, что накануне и в неблагоприятные дни, кроме слабости, вялости, сонливости, отмечалось появление головных болей, головокружение, периодическое мелькание мушек перед глазами. Была выявлена взаимосвязь обострений депрессивных состояний с гелиофизическими факторами, включая гравитационные показатели. Степень этого реагирования усиливалась за счет влияния метеофакторов. Были также выявлены легкие метеореакции у здоровых людей в периоды неблагоприятных погодных условий. Эти реакции выражались в изменении настроения и появлении головных болей. При этом отличается нарастание уровня тревоги и утомления.

В периоды геомагнитных бурь затрудняется условно-рефлекторные реакции. При переезде человека в регион, отличающийся экстремальными геофизическими и погодными факторами, в структуре личности начинают выступать: склонность к пониженному настроению, нарастание тревоги, ипохондрические черты, ограничение социальных контактов. Экстремальность природных факторов и сложность социальных условий вызывают перенапряжение систем регуляции.

На основании целого комплекса исследований ученые сделали вывод, что при истощенных адаптивных резервах организма воздействие экстремальных географических и погодных факторов высоких широт может привести к возникновению состояния, названного синдромом психоэмоционального напряжения. Особенности этого напряжения заключаются в дестабилизации

гомеостаза нервно-психических, соматических и вегетативных функций, в понижении работоспособности, снижении точности выполнения сложных сенсорных действий.

Давно ли известно о влиянии погодных и прочих космических и геофизических факторов на психику человека или это находки последних лет? Ответ мы находим уже в древних китайских трактатах о народной медицине. В них такие психоэмоциональные проявления, как гнев, радость, грусть, тоска, страх, связались с метеорологическими факторами, такими как повышение или понижение температуры воздуха или её снижение.

Перечисляя ряд явлений, связанных с периодической деятельностью Солнца, электричеством и магнетизмом Земли, А.Л. Чижевский относит к этому ряду и психопатические эпидемии, массовые истерии, галлюцинации.

Учеными ряда стран было доказано, что число несчастных случаев и травматизма на транспорте увеличивалось с ростом солнечной активности.

Современный человек в значительной мере освободился от непосредственного влияния погодных условий, создав для себя с помощью разнообразной одежды и центрального отопления искусственный климат. Но это отнюдь не означает, что человек стал независим от метеорологических факторов.

К настоящему времени накоплено большое количество опытных фактов, свидетельствующих о влиянии магнитных полей на биологические объекты. Это касается, например, способности многих животных и растений ориентироваться в магнитных полях, влияния магнитного поля на свойства крови, интенсивность водного обмена, активность многих ферментов, быстроту прорастания и всхожесть семян, влияния резких изменений напряженности магнитного поля Земли на самочувствие людей и поведение животных и т.д.

С помощью магнитных полей удастся влиять на течение биологических процессов.

4. Влияние электромагнитного излучения. Использование электромагнитного излучения в биологии, химии и медицине

В зависимости от длины волны (частоты) электромагнитные волны обладают различными свойствами.

Различают следующие типы электромагнитных волн:

1. Низкочастотные волны

Для этих волн характерна очень большая длина волны (от 1 км и более).

Источниками низкочастотных волн являются линии электропередач, генераторы электростанций, электробытовые приборы.

Колебания низкой частоты слабо распространяются в пространстве. Поэтому волны локализируются вблизи источника.

В настоящее время доказано, что низкочастотные электромагнитные волны оказывает негативное влияние на живые существа. Известно, что пребывание в течении пятнадцати минут, на протяжении шести дней под линией электропередач приводит ухудшению состояния человека.

2 Радиоволны

Радиоволны имеют длину от 1 км до долей миллиметров.

Искусственными источниками радиоволн является генераторы незатухающих колебаний. С помощью этих волн осуществляется радиосвязь, передача телевизионного изображения. Они используются для определения направления и расстояния до различных объектов. Первые опыты по передаче сигналов при помощи радиоволн были осуществлены А.С. Поповым.

В природе существует множество естественных источников радиоволн: звезды (в том числе Солнце), галактики, метagalaktiki, планеты. Исследование радиоволн от внеземных источников позволяет расширить наши представления о Вселенной.

Радиоволны создают над поверхностью Земли так называемую радиосферу, влияние которой на живые организмы изучено мало. Однако известно, что в результате отражения радиоволн от ионосферы их интенсивность значительно увеличивается. Явление получило название уикенд-эффект. Волны с большой интенсивностью оказывают негативное влияние на живые организмы. Они приводят

в колебание иона водорода (так называемые радиоиноны), которые имеются в клетках. Кроме этого радиоволны способствуют негативному информационному воздействию на человека и другие биологические объекты.

В настоящее время большое значение приобретает исследование радиоизлучения живых организмов.

3. Инфракрасное излучение

Инфракрасное излучение имеет диапазон смыкающийся с коротковолновым радиоизлучением. Длины волн лежат в пределах от 1 мм до 760 нм.

Это излучение было открыто в 1800 году английским ученым В. Гершелем.

Инфракрасное излучение испускают все тела. Его первичное действие на организм связано с прогреванием поверхностно лежащих тканей. Это излучение оказывает химическое действие на фотоэмульсии специального состава.

С его помощью можно фотографировать в темноте. Инфракрасная фотография основана на том, что коэффициенты отражения и пропускания света различными телами зависят от длины волны. Относительный контраст отдельных объектов в инфракрасном излучении отличается от контраста, полученного при помощи видимого света. В результате этого при фотографировании в инфракрасном излучении можно обнаружить на снимке детали, не видимые глазом и на обычных фотографиях.

Инфракрасная фотография широко используется биологами для изучения животного мира.

В настоящее время получила развитие инфракрасная спектроскопия, которая нашла широкое применение в химии.

Методы инфракрасной спектроскопии используются для изучения вращательного и колебательного движения как свободных, так и взаимодействующих молекул. Характер этого движения определяется строением и состоянием молекул.

Изучение спектров испускания и поглощения атомов в инфракрасной области является дополнением к исследованиям в видимой и ультрафиолетовой областях.

Его проводят с целью выявления структуры электронной оболочки атомов. Изучение инфракрасных спектров испускания и спектров поглощения молекул применяется для определения структуры молекул.

Известно, что заболевание некоторых внутренних органов сопровождается повышением температуры. Так, злокачественные образования имеют температуру на 0,5 - 0,8 градусов выше, чем окружающие ткани, а при заболевании печени (гепатит, холецистит) ее температура повышается на 0,8 - 2 градуса. Кровоизлияние в головном мозге приводит к снижению температуры.

В медицинской практике давно применяются дистанционные способы измерения температуры тела (тепловидение). Так, с помощью тепловизора - прибора, регистрирующего инфракрасное излучение получают "тепловую" картину работы мозга. Миниатюрный чувствительный датчик тепловизора по интенсивности падающих на него инфракрасных лучей позволяет измерить температуру до сотых долей градуса. При этом датчик не касается головы. Он может находиться на расстоянии от 10 до 70 см от источника тепла.

Некоторые живые организмы способны улавливать инфракрасное излучение. Так, глубоководные кальмары обладают термоскопическими глазами, расположенными по всей нижней поверхности хвоста. Эти глаза имеют светофильтры, задерживающие все лучи кроме инфракрасных.

Термолокаторы имеются у гремучих змей и щитомордников. Они располагаются ниже ноздрей. Термолокаторы позволяют змее чувствовать изменение температуры, составляющее 0,001 С и реагировать на приближение жертвы.

4. Видимое излучение

Видимое излучение (свет) - электромагнитные волны с диапазоном длин от 380 нм до 760 нм.

Его источником являются Солнце, звезды, сильно нагретые тела, ионизированные газы. Видимое излучение воспринимается глазом человека и

других живых существ. Это связано с тем, что оно оказывает химическое действие на вещества сетчатки глаза.

Под действием света в сетчатке глаза происходит перестройка особого вещества - зрительного пурпура (родопсина). Родопсин - это соединение одной из форм витамина А (ретинола) с белком сетчатки (опсином). Под действием света ретинен переходит из одной формы в другую (из цис - в транс - форму). Это вызывает генерацию в клетке нервного импульса, который через зрительный нерв достигает мозга.

Генерация импульса происходит за счет энергии, запасенной в рецепторной клетке, свет играет лишь роль "пускового механизма" для реакции.

В сетчатке имеется два типа клеток (палочки и колбочки). Палочки осуществляют так называемое сумеречное зрение, с помощью которого обнаруживаются размеры и формы предметов, но не цвета.

Цветовое зрение осуществляется с помощью колбочек. Имеется ряд веских оснований полагать, что есть три вида колбочек, которые различно реагируют на разные участки спектра. Одни из них лучше реагируют на зеленый свет, другие - на красный и третьи - на синий. Промежуточные цвета воспринимаются при одновременном раздражении двух или трех видов колбочек. В зависимости от степени раздражения каждого из этих типов колбочек мозг получает различные серии нервных импульсов и интерпретирует это как разные цвета.

Именно за счет видимого излучения мы получаем большую часть информации об окружающем мире.

5. Ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение - невидимое глазом электромагнитное излучение. Оно занимает спектральную область между видимым и рентгеновским излучениями в диапазоне длин волн от 380 нм до 10 нм.

Ультрафиолетовые лучи хорошо поглощаются стеклом. Человеческий глаз не способен идентифицировать ультрафиолетовые лучи. Однако некоторые живые существа, например пчелы различают их.

В настоящее время нашла широкое распространение ультрафиолетовая спектроскопия - раздел спектроскопии, посвященный исследованию ультрафиолетовой области спектра.

Исследование ультрафиолетовых спектров испускания газов позволяет изучать оптические переходы в атомах и в ионах, соответствующие большим разностям энергии и недоступные для исследования другими способами.

Информация полученная с помощью этого метода позволяет изучать процессы, происходящие в труднодоступных или сильно удаленных источниках излучения, таких, как Солнце, звезды, высокотемпературная плазма.

Интересно биологическое действие данного излучения. Ультрафиолетовое излучение поглощается верхними слоями тканей растений, кожи человека и животных. При поглощении ультрафиолета происходят химические изменения молекул биополимеров. Наряду с этим, в результате облучения возникают радикалы воды и других низкомолекулярных соединений.

На человека и животных малые дозы ультрафиолетового излучения оказывают благотворное действие - способствуют образованию витаминов группы Д, улучшают иммунобиологические свойства организма, оказывает антирахитное действие. Характерной реакцией кожи на ультрафиолетовые лучи является специфическое покраснение - эритема, которая обычно переходит в защитную пигментацию (загар).

Большие дозы ультрафиолетового излучения могут вызвать повреждения глаз (фотоофтальмию) и ожег кожи. Частые и чрезмерные дозы ультрафиолета в некоторых случаях могут оказывать канцерогенное действие на кожу.

В растениях ультрафиолетовые лучи изменяют активность ферментов и гормонов, влияют на синтез пигментов, интенсивность фотосинтеза и фотопериодической реакции. Однако пока не установлена польза малых доз ультрафиолетом для прорастания семян, развития проростков и нормальной жизнедеятельности высших растений.

В настоящее время проводятся исследования в этой области. Большие дозы, несомненно, неблагоприятны для растений. Об этом свидетельствуют

существующие у них защитные приспособления (например, накопление определенных пигментов, клеточные механизмы восстановления от повреждений).

На микроорганизмы, культивируемые клетки высших животных и растений ультрафиолет оказывает губительное и мутагенное действие.

Особенно пагубно влияет излучение с длиной волны в пределах от 280 нм до 240 нм.

Спектр летального и мутагенного действия ультрафиолетового излучения примерно совпадает со спектром поглощения нуклеиновых кислот - ДНК и РНК. В некоторых случаях спектр биологического действия близок к спектру поглощения белков.

Основная роль в действии ультрафиолетовых лучей на клетки принадлежит, по-видимому, химическим изменениям ДНК. Входящие в ее состав пиримидиновые основания при поглощении квантов ультрафиолетового излучения образуют димеры, которые препятствуют нормальному удвоению (репликации) ДНК при подготовке клетки к делению. Это может приводить к гибели клеток или изменению их наследственных свойств (мутациям). Определенное значение в летальном действии ультрафиолета на клетки имеют также повреждение биологических мембран и нарушение синтеза различных компонентов мембран и клеточной оболочки.

Большинство живых клеток может восстанавливаться от вызываемых ультрафиолетовым излучением повреждений благодаря наличию у них систем репарации. Способность восстанавливаться от таких повреждений возникла, вероятно, на ранних этапах эволюции и играла важную роль в выживании первичных организмов, подвергавшихся интенсивному солнечному ультрафиолетовому облучению.

Чувствительность клеток к ультрафиолету в большой степени зависит и от их физиологических состояний и условий культивирования до и после облучения (температура, состав питательной среды и др.).

Сильно влияют на чувствительность клеток к ультрафиолетовому излучению мутации некоторых генов. У бактерий и дрожжей известно около 20 генов, мутации

которых повышают названную чувствительность. В ряде случаев такие гены ответственны за восстановление клеток от лучевых повреждений.

Мутации других генов нарушают синтез белка и строение клеточных мембран, тем самым повышая радиочувствительность негенетических компонентов клетки. Мутации, повышающие чувствительность к ультрафиолетовому излучению, известны и у человека. Так, наследственное заболевание - пигментная ксеродерма обусловлено мутациями генов, контролирующих темновую репликацию.

Генетические последствия ультрафиолетового облучения пыльцы растений, клеток растений и животных, а также микроорганизмов выражаются в повышении частот мутирования генов, хромосом.

Благодаря сильному мутагенному эффекту ультрафиолетовое излучение широко используют в генетических исследованиях, в селекции растений и микроорганизмов, являющихся продуцентами антибиотиков, аминокислот, витаминов и белковой биомассы.

Ультрафиолетовое излучение используют для обеззараживания воды и помещений.

В настоящее время доказано, что ультрафиолетовое излучение играло огромную роль в синтезе природных органических веществ, являющихся основой жизни на Земле.

Газовый разряд и ультрафиолетовое облучение смеси газов позволили ученым синтезировать сложные органические соединения, входящие в состав живых белков. Американский ученый С. Миллер в 1953 г. синтезировал ряд аминокислот при пропускании электрического разряда через смесь газов, предположительно составляющих первичную земную атмосферу. Были синтезированы и простые нуклеиновые кислоты. Этими экспериментами было показано, что абиогенное образование органических соединений во Вселенной могло происходить в результате воздействия ионизирующего и ультрафиолетового излучения и электрических разрядов.

Ультрафиолетовое излучения, не ослабленное сформировавшимся позднее озоновым слоем являлось основным источником энергии для абиогенного синтеза.

В процессе химической и физической эволюции в атмосфере Земли образовался так называемый озоновый слой, который защищает все живое от ультрафиолетового излучения с длиной от 280 нм до 240 нм.

Максимальная концентрация озона имеет место на высоте 22-25 км. Однако озон присутствует в атмосфере и на высоте 70 км.

В 1985 г. получила известность проблема так называемых "озоновых дыр". Учеными обнаружено, что происходит разрушение озонового слоя. Так, концентрация озона в северных широтах уменьшается на 1,5-2 процента в год, что приводит к повышению температуры тропосферы.

Существует антропогенная гипотеза деградации озонового слоя. Уменьшение озона связывают с выбросом в атмосферу хлорофтороуглеродных соединений фреонов. Эти соединения используются при создании хладагентов для холодильников, парфюмерных и лакокрасочных изделий.

Ежегодно в атмосферу выбрасывается до 700 тыс. тонн таких веществ. Фреоны не являются токсичными, они не горючи, химически не активны. Это позволяет им подниматься в озоносферу, где они разлагаются под действием ультрафиолетовых лучей. Одним из продуктов распада является хлор. Именно он разрушает защитный слой, вступая в соединение с озоном. Таким образом, биологические объекты подвергаются все более интенсивному облучению ультрафиолетом. А это, как сказано выше ведет к негативным последствиям.

Рентгеновские лучи

Это ионизирующее излучение, занимает спектральную область между ультрафиолетовым излучением и гамма-лучами.

Длины волн этого излучения лежат в диапазоне от 10 нм до 10⁻² нм.

Рентгеновские лучи не видимы глазом человека. Однако они обладают высокой ионизирующей способностью и вызывают свечение газов и люминофоров.

Рентгеновские лучи возникают при торможении быстрых электронов веществом, в результате которого происходит преобразование кинетической энергии электронов в энергию электромагнитного излучения.

Для получения рентгеновских лучей служат специальные электровакуумные приборы - рентгеновские трубки. Они состоят из вакуумированного стеклянного или металлического корпуса, в котором на определенном расстоянии друг от друга находятся катод и анод, включенные в цепь высокого напряжения. Катод служит источником электронов, анод - источником рентгеновских лучей. Слабыми источниками таких лучей являются кинескопы телевизоров и мониторы компьютеров.

В природе имеются и естественные источники этого излучения.

Рентгеновские лучи, приходящие от различных космических объектов, несут информацию о химическом составе внеземных тел (звезд, галактик) и физических процессах, происходящих в космосе.

Рентгеновские лучи обладают сильным фотохимическим действием и вызывают почернение фотопластин.

Малая длина волны обуславливает большую проникающую способность этого излучения. При прохождении сквозь вещество интенсивность рентгеновских лучей уменьшается вследствие их рассеяния и поглощения. Вместе с тем, различные участки неоднородных препятствий по-разному поглощают рентгеновские лучи.

Указанное свойство лежит в основе рентгеноскопии, которая нашла широкое применение в медицине. Энергия фотонов рентгеновского излучения, используемого при диагностике не превышает $19,2 \text{ фДж}$, где $\text{ф} \cdot 10^{-15}$.

Так, поглощение лучей в костях человека (состоящих главным образом из фосфорнокислого кальция) примерно в 150 раз превышает поглощение в мягких тканях. Поэтому на специальных фотопластинах получают рентгенограммы, где обнаруживается резкая тень от костей.

Для проведения рентгеноскопии желудка выпивают специальный раствор бария, для того, чтобы повысить его поглащательную способность по сравнению с другими тканями.

В различных областях промышленности нашла широкое применение рентгеновская дефектоскопия. Она основана на том, что коэффициент поглощения рентгеновского излучения сильно зависит от атомного номера вещества и пропорционален Z^4 . Если дефект состоит из вещества, атомный номер которого меньше, чем Z вещества тела, то область занятая дефектом, окажется более светлой. В противоположном случае дефектная область окажется более затемненной.

Рентгеновские лучи применяются в пищевой промышленности для выявления инородных предметов, случайно попавших в пищевые продукты. Рентгеноскопия используется в криминалистике, археологии и других областях.

Влияние рентгеновских лучей на живые организмы может быть как позитивным так и негативным, в зависимости от вызванной ими ионизации в тканях.

Примером положительного воздействия может служить оказание рентгеновскими лучами затормаживающего действия на развитие злокачественных опухолей. Энергия фотонов рентгеновского излучения, используемого для глубокой терапии тканей не превышает 32 фДж.

Поскольку поглощение рентгеновского излучения зависит от длины волны, его интенсивность не может служить мерой его биологического воздействия.

Воздействие рентгеновского излучения на вещество, в котором происходит поглощение определяется так называемой дозой излучения D .

Дозой излучения называется отношение энергии излучения к массе облучаемого вещества. Эта физическая величина измеряется в Грехах (Гр).

Доза излучения, получаемая человеком при рентгеноскопии грудной клетки не превышает 0,00015 Гр. Летальная доза облучения для человека достигает 7,5 Гр.

Мощные рентгеновские лучи используют в радиационной химии для стимулирования некоторых химических процессов (например, полимеризации металлов, крекинга органических веществ).

С помощью рентгеновских лучей проводят так называемый рентгеноструктурный анализ структуры моно- и поликристаллов, а также высокомолекулярных соединений (например, белков). В основе этого метода лежит дифракция коротковолнового излучения на узлах кристаллической решетки.

Данные рентгеноструктурного анализа позволили американским ученым Уотсону и Крику не только описать структуру молекулы ДНК, но и открыть механизм передачи наследственной информации.

Заключение

В работе проанализированы физико-технические процессы и явления в аспекте их антропогенного воздействия на живые организмы (звук, электрический ток, электромагнитное излучение, радиация и др.)

На основе данных о физических величинах, характеризующих пределы физиологических возможностей человека и других биологических объектов, разработана система задач с биофизическим содержанием.

- ◆ Биологическое влияние электрических и магнитных полей на организм людей и животных достаточно много исследовалось. Наблюдаемые при этом эффекты, если они и возникают, до сих пор не ясны и трудно поддаются определению, поэтому эта тема остается по-прежнему актуальной.
- ◆ Общественная осведомленность о влиянии электромагнитного поля на живые организмы продолжает расти, и некоторый интерес и беспокойство в связи с этим влиянием будут приводить к продолжению соответствующих медицинских исследований, особенно на людях, проживающих вблизи воздушных линий электропередачи.

Литература

1. Безденежных Е.А., Брикман И.С. Физика в живой природе и в медицине. – Киев.: Радянська школа, 1976.
2. Кац Ц.Б. Физика и живая природа. – Физика в школе, 1978, № 2 и 3.
3. Кац. Ц.Б. Биофизика на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988.
4. Прокофьев О.Н. Удивительное рядом. – М.: Просвещение, 1973.
5. Пресман А.С. Электромагнитная сигнализация в живой природе (факты, гипотезы, пути исследования). – М.: Советское радио, 1974.
6. Тарасов Л.В. Физика в природе. – М.: Просвещение. 1988.
7. Хилькевич С.С. Физика вокруг нас. – М.: Наука. (Б-ка «Квант». Вып. 40).









