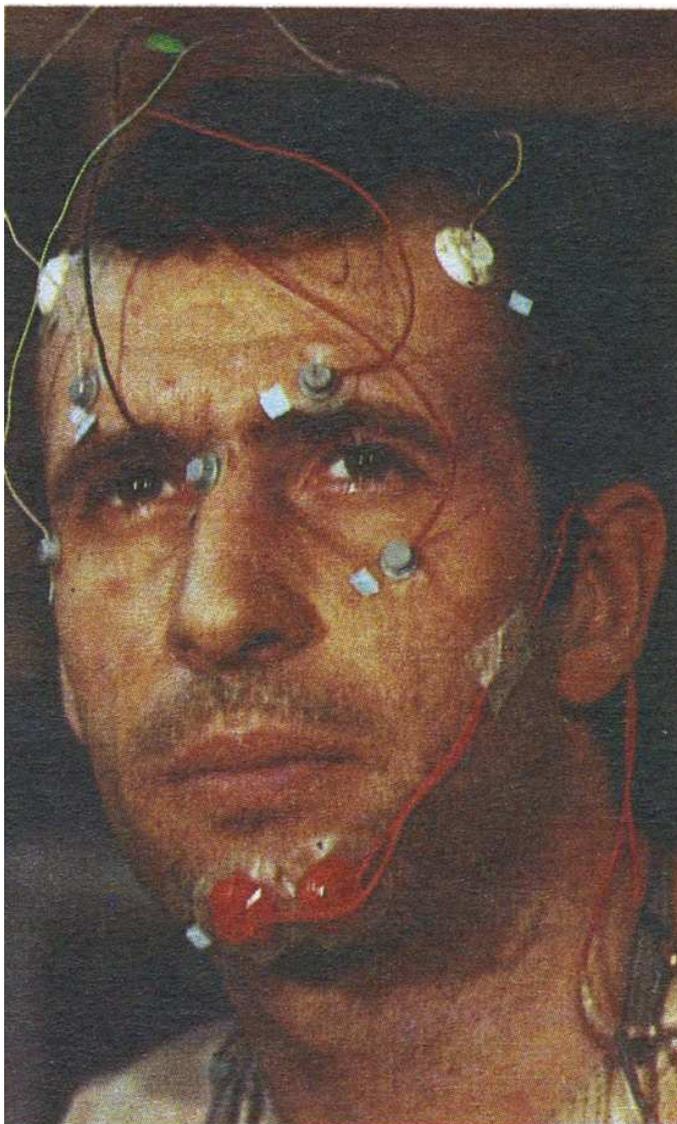


Мишель Сифр – исследователь времени



Мишель Сифр с укрепленными латчиками

Мишель Сифр (Michel Siffre), французский геолог и спелеолог, родился в 1939 году в Ницце. Он рано почувствовал своё призвание – с десятилетнего возраста увлёкся спелеологией и со своим другом Марком Мишо «облазил все пещеры и гроты Приморских и Нижних Альп». С пятнадцати лет он ученик академика Жака Буркара, который руководил его работами в геологии и спелеологии. Получив в 20 лет степень бакалавра, он через полгода защитил дипломную работу по геологии в Сорбонне. Стипендия Фонда призваний позволила ему провести изыскания в тропических пещерах и гротах Шри-Ланки. В 1961 году во главе спелеологической экспедиции он исследует известняковый массив Маргуарейс на границе Франции и Испании и находит подземный ледник в пропасти Скарассон. К этому времени он уже опубликовал 30 работ в журналах, трудах научных обществ и конгрессов. Но прославился М. Сифр тем, что решился на подземную зимовку во враждебной среде и наряду с изысканиями в спелеологии провёл исследования в области психологии, биологии и физиологии человека в условиях полной изоляции, «вне времени». Поначалу он хотел выжить в неблагоприятной среде, где температура постоянна и близка к 0°C, а влажность –

100%, но поставил ещё одну задачу – изучить, как в этих условиях будет изменяться представление о времени в отсутствие природных и социальных ориентиров.

На подземном леднике М. Сифр провёл 64 дня с 16 июля 1962 года на глубине 110-130м в пропасти Скарассон высокогорья Маргуарейс, расположенного в Приморских Альпах на высоте 2050 м. Его палатка, примыкавшая к ледяной стене, была установлена на горизонтальной досчатой платформе вблизи морены у дна колодца. После спуска под землю обратного пути до оговоренного срока у М. Сифра не было; расположенное на глубине 25м сужение «кошачий лаз» при возвращении на поверхность, изнурённый зимовкой, он едва смог преодолеть даже при помощи спасателей и друзей.

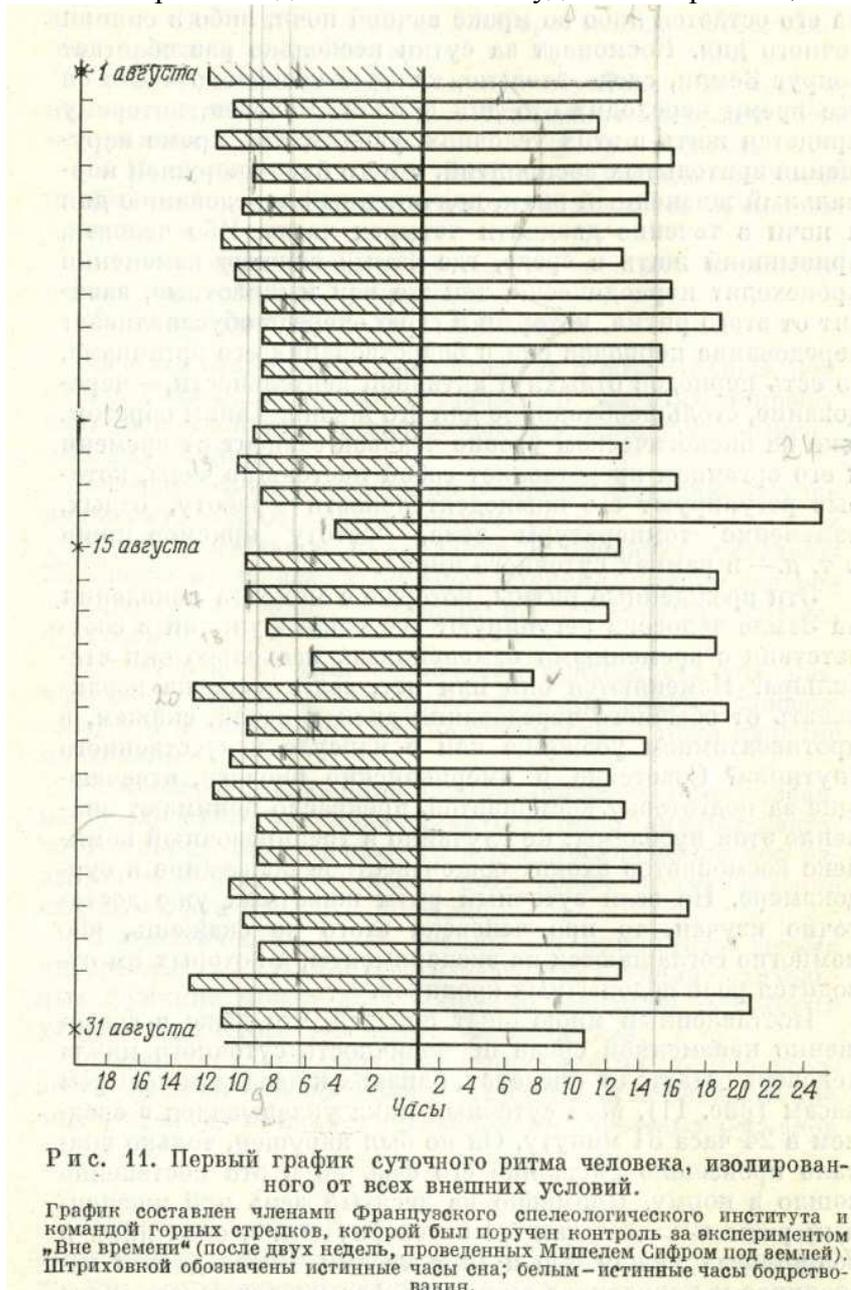
«Подготовка к экспедиции потребовала напряжения всех моих сил,» - свидетельствует М. Сифр. Снаряжение состояло из альпинистской палатки, доработанной так, чтобы не допустить конденсации влаги внутри неё, обогревателя на основе катализа бензина с выделением только углекислого газа и водяных паров, газовых плиток для

приготовления пищи, электрических аккумуляторных батарей, ёмкость которых была рассчитана на 1500 часов работы при напряжении 4.5В для освещения в палатке. Продукты, одежда, подземное снаряжение и наземное, для базового лагеря – несколько тонн груза необходимо было поднять в горы, что было сделано с помощью горных стрелков и спелеологов. Национальная служба гражданской обороны предоставила вертолёт. Чтобы собрать подробные данные о своём психофизическом состоянии, М. Сифр обращался в научно-исследовательский медицинский центр Министерства воздушного флота, в университетскую клинику Сорбонны, в Главную медицинскую Комиссию ВВС Франции. Физиологические и биологические исследования заняли две недели, психологические – целый месяц.

Мишель Сифр выбрал путь исследователя той сферы, которая его влекла, как океанолог Жак-Ив Кусто или вулканолог Гарун Тазиев. Он составил геологические разрезы пропасти, исследовал структуру и возраст ледника, частоту и масштабы обвалов и впервые в мире изучал естественную эволюцию чередования сна и бодрствования у человека, лишённого каких-либо ориентиров, позволяющих судить о времени.

У выхода из пропасти круглосуточно находилась смена – спелеолог и горный стрелок. В обязанности дежурных входило поддерживать связь с базовым лагерем, никого не допускать к пропасти и отмечать время телефонных звонков Сифра. На протяжении всего эксперимента, дежурные фиксировали время его пробуждения, отхода ко сну, приёма пищи. Ложась спать, М. Сифр сообщал по телефону, сколько по его представлениям длился период бодрствования, а просыпаясь, говорил, сколько часов спал, какой по его мнению был день и час, а наверху отмечали истинное время и даты. Начиная с 22 часов 17 июля 1962 года, М. Сифр фиксировал на графике и в дневнике продолжительность периодов сна и бодрствования в своём представлении и, складывая эти часы, вёл отсчёт времени в сутках, прожитых под землёй. Помимо этого он считал по телефону до 120-ти, чтобы можно было судить, как изменяется его оценка коротких интервалов времени. И, наконец, получал сверху два сигнала, между которыми отсчитывал свой пульс. Все отсчёты заносились дежурными в особый журнал, чтобы по окончании опыта можно было сравнить субъективные оценки с действительным временем.

«С первых же дней я как бы заблудился во времени, - писал М. Сифр в дневнике, -



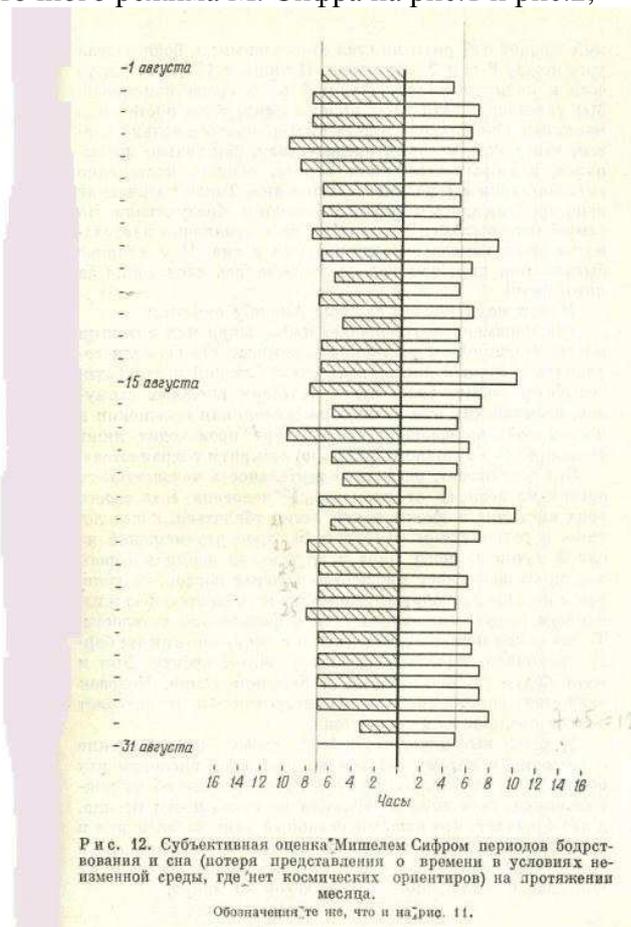
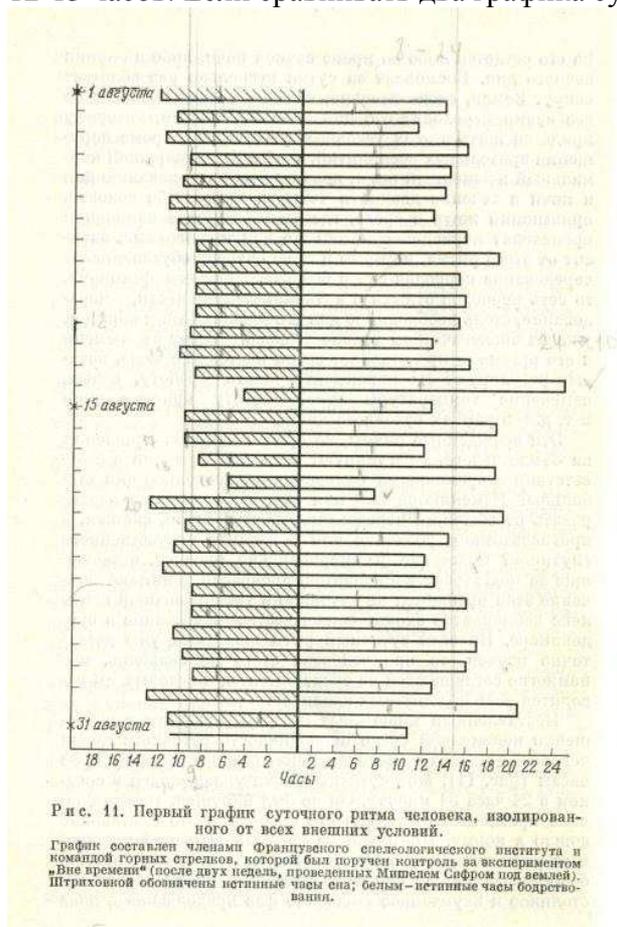
мои представления о прошедшем времени не совпадали с моими сенсорными и физиологическими восприятиями. Например, когда по моей субъективной оценке времени, прошедшего с момента спуска в пропасть, должна была наступить глубокая ночь, я чувствовал, что этого не может быть, потому что мне хотелось есть. Очевидно, в действительности был день и наступил обычный час завтрака. Измученный сомнениями, я не знал, какое время отмечать в своём «почасовом графике». Я боялся, что сорву эксперимент, если буду корректировать психологическое восприятие времени физиологическими ощущениями. Тем не менее, на второй день, когда по моим расчётам наступил третий час ночи, я всё

же поставил в графике 11 часов утра и, таким образом, изменил своё субъективное представление в угоду объективному восприятию, основанному на сенсорных факторах. К счастью, я вовремя спохватился, и такая ошибка произошла всего один раз, когда я только-только осваивался в своём новом мире, где не было никаких космических или социальных ориентиров».

Действительно, в пропасти не было и не могло быть никаких событий, если не считать нерегулярных и непредсказуемых камнепадов и обрушений глыб льда. Опасность всегда подстерегала, падение на камни при изысканиях, которые он проводил, могло оказаться роковым. Исход эксперимента всецело зависел от психологической устойчивости М. Сифра в условиях длительной изоляции от внешнего мира.

Уже к 24-му июля время Мишеля Сифра отстало от реального на 32 часа 40 минут. «Мне не за что зацепиться, и я не могу оценить длительность ни одного моего действия, потому что мне не с чем его сравнивать,» - записал он позже в дневнике. Иногда ему казалось, что время замедляет свой ход. Периоды сна он оценивал в 6-7 часов, а периоды бодрствования по его представлениям продолжались от 6 до 8-ми часов. Получалось, что

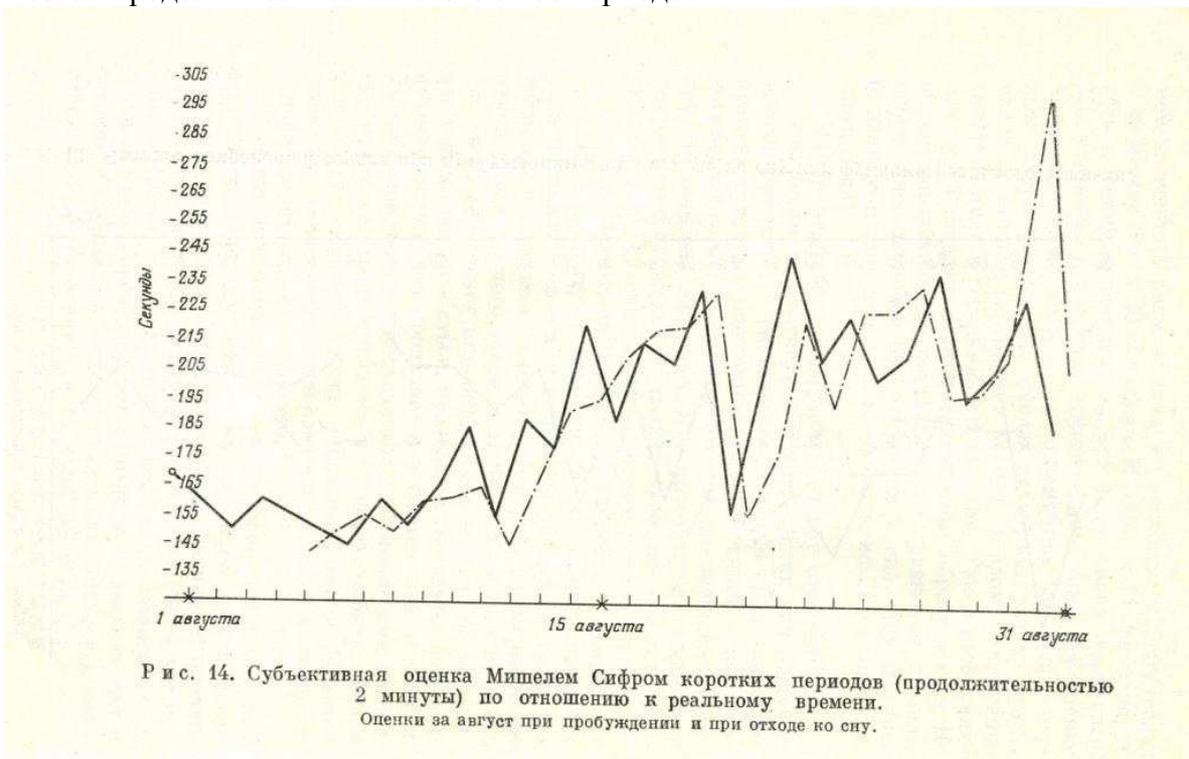
«сутки» Мишеля Сифра, периоды между двумя пробуждениями, не длинее 15-ти часов, и он считал, что в одни «наземные» сутки укладывается двое его физиологических суток по 12-13 часов. Если сравнить два графика суточного режима М. Сифра на рис.1 и рис.2,



один, составленный им самим, а другой спелеологами и горными стрелками, которым был поручен контроль над экспериментом, то окажется, что его оценка продолжительности сна недалека от истины, тогда как в оценке часов бодрствования М. Сифр неизменно ошибался в два раза и более. Поэтому, когда ему объявили, что эксперимент «вне времени» завершён, М. Сифр едва мог поверить, что уже настало 14-е сентября, а не 20-е августа, как он полагал; прошло на 25 дней больше, чем по его представлениям длилась подземная зимовка. Как видно из сравнения графиков, периоды сна и бодрствования были очень неодинаковыми и изменялись нерегулярно, но в сумме они всегда мало отличались от 24 часов. Наиболее важный вывод из эксперимента: - «Когда человек попадает в среду, исключаяющую пользование привычными для него временными ориентирами, т.е. земным суточным ритмом, его жизненный ритм чередования бодрствования и сна не нарушается и сохраняет циклическую периодичность, близкую к суткам». Период цикла бодрствования-сон у М. Сифра оказался равным 24 часам 30 минутам, поэтому происходило смещение фаз его суточного ритма по отношению к ходу времени часов. К концу эксперимента М. Сифр спал днём, и этот сдвиг сохранялся некоторое время и после выхода из пропасти: «днём клонило в сон, а ночью хотелось читать, разговаривать».



График сердечной деятельности (рис.3) показывает снижение частоты пульса за три первых дня с 82 до 55 ударов в минуту, затем пульс стабилизировался на 65 ударах, но начиная с 30-го дня пребывания в пропасти стал учащаться и сделался довольно нерегулярным. Двухминутный интервал М. Сифр долго оценивал в 150 секунд, затем дошёл до 200 и даже 300. Чем дольше перед этим он спал, тем оцениваемый интервал казался ему длиннее. Представляет интерес взаимосвязь между ритмом сердца и оценкой коротких интервалов (рис.4) – они изменялись синхронно в одинаковом направлении. Возникает вопрос, «мозг ли обуславливает работу сердца или сердце определяет оценку мозгом продолжительности какого-либо периода?»



Время М. Сифра было заполнено исследованиями и изысканиями в геологии. Он работал над статьями «Значение подземных пустот Маргуарейса», «О роли кристаллизации в образовании подземных пустот», установил, что пузырьки газа, включённого в лёд, могут проникать сквозь него вверх и распределяться между верхними горизонтальными слоями, а это, в свою очередь, приводит к неточностям при определении абсолютного возраста льда по количеству радиоактивного углерода-14 в воздухе,

сохранившемся в различных слоях. М. Сифр записал в дневнике: «Здесь я познал восторг поисков и опьянение открытий».

Любимым развлечением была музыка, он слушал классику (сонаты и фортепианный концерт Бетховена, рапсодии Листа, итальянскую музыку XVIIIв) и песни Ива Монтана, Луи Мариано, Тино Росси, Марио Ланца, популярные в это время. Эти песни «помогали не терять присутствие духа, чего не могли дать ни сонаты, ни концерты».

«В такие мгновения время летело быстро, вернее, переставало существовать,» - писал М. Сифр в дневнике. Сначала он сожалел, что не знал продолжительности звучания пластинок, но в противном случае это могло бы послужить ориентиром во времени и повлиять на чистоту эксперимента. К концу пребывания под землёй музыка перестала быть союзником М. Сифра в борьбе с одиночеством. Он стал воспринимать её «как хаотичные, несвязанные между собой звуки, как какой-то шум без всякой мелодии».

По утрам М. Сифр обычно прочитывал несколько страниц из художественной или научной книги. У него была литература по геологии, произведения античных авторов (Плиний, Тацит, Цицерон) и французская литература XX века (Мальро, Жид, Сартр, Камю, Мориак). Книги Алена Бомбара «За бортом по своей воле» и «Аннапурна, первый восьмидесятилетник» Мориса Герцога укрепляли его волю и мужество, но он сожалел, что с ним не было дневников адмирала Бёрда, который в 1934г. оказался на много месяцев отрезанным от внешнего мира на антарктической базе. Книга «Человек - неисследованная область» навела М. Сифра на мысль повторить эксперимент под землёй через 10 лет, а затем через 20 лет, чтобы изучить, как изменяется чувство времени с возрастом. Тем не менее, чтение, по его мнению, «совсем не лучший способ борьбы с одиночеством».

Непроглядная темнота, отсутствие свободы перемещения за пределами палатки ограничивали доступное пространство. Исследуя ледник, он не удалялся от палатки больше, чем на 100 метров и к концу эксперимента «знал почти наизусть все уголки своей подземной тюрьмы». После выхода на поверхность М. Сифр «долго не мог привыкнуть к миру, где существуют перемещения в пространстве» и боялся ездить в автомобиле, т.к. у него было ощущение, что он вот-вот во что-то врежется.

Временами М. Сифр испытывал зрительные галлюцинации: «Диктую в магнитофон, лёжа в темноте, и вдруг перед моими глазами вспыхивают белые молнии. Они вспыхивают независимо от того, открыты глаза или закрыты, вспыхивают нерегулярно, но их свет очень ярок». Зелёная чернильница на расстоянии более полуметра могла показаться синей. Это искажение восприятия цвета, неразличимость синего и зелёного, сохранилась и после полутора месяцев, бинокулярное зрение не восстановилось спустя месяц после эксперимента.

Подводила память. Вот две записи в дневнике: «Мне трудно вспомнить, что именно я сегодня делал и мне приходится сильно напрягать свою память». «Прослушав одну сторону пластинки, я не могу вспомнить, ставил я другую или нет. Неужели моя память не фиксирует время?»

М. Сифр страдал от холода. Его обувь пропускала воду, которая скапливалась на днище палатки, ноги постоянно были мокрыми, он целиком зависел от случая. «Одиночество в глубине ледяной пропасти, в полной темноте и абсолютной тишине, прерываемой лишь грохотом обвала – это ад!» - писал он. «Необъяснимый дикий страх порой охватывает меня. Он подобен живому существу и я невольно его одухотворяю. В этой пропасти всё оживает: и камни, и лёд. Часто, поднимаясь на морену, я цепенею от ужаса, ощущая за спиной чьё-то присутствие. Возможно, этот страх подсознательно ассоциируется у меня с угрозой обвалов».

Потеря психологической устойчивости в этих обстоятельствах могла привести к отчаянию и депрессии. М. Сифр на основе своего опыта считает, что в одиночестве мысли должны быть нацелены на успех, заняты работой или будущими делами, но не возвращаться в прошлое, т.к. тогда нарастает чувство оторванности от мира.

Последним испытанием для М. Сифра в этом эксперименте был подъём на поверхность, который занял 4 часа. Целый час из них ушёл на преодоление четырёхметрового «кошачьего лаза». В тот же день 17 сентября 1962 года М. Сифр попал в руки врачей, сразу же приступивших к контрольным исследованиям и анализам, таким же, что и 2 месяца назад. Была обнаружена только предельная усталость, но никаких серьёзных недомоганий. Даже амёбная дизентерия, которую М. Сифр подхватил в Шри-Ланке, прошла.

В последний день под землёй он написал в дневнике: «После того, как я выйду отсюда, надо будет поскорее прочитать «Путешествие к центру Земли» (роман Жюль Верна) и рассказ Гагарина о его полёте».

Первое длительно пребывание М. Сифра под землёй остаётся одним из самых чистых экспериментов по изоляции от времени, поскольку тогда было мало что известно об эндогенных ритмах человека и у него не было никаких представлений на этот счёт. Практическое применение своих исследований М. Сифр видел в космонавтике, считая, что человеку в космосе придётся жить, подчиняясь собственному ритму, и, чтобы оградить его от возможных опасностей, «необходимо досконально изучить физические и психические реакции на изменение привычных условий». Он пришёл к мысли, что действия космонавта на борту должны быть либо ограничены выполнением определённых заданий, либо его разум исследователя должен быть «подчинён одной или нескольким научным проблемам, иначе ему трудно будет бороться с отчаянием одиночества».

М. Сифр получил широкую известность и ему уже не нужно было убеждать кого бы то ни было в важности своих исследований. Он получил поддержку и финансовую помощь от управления экспериментов и изысканий военного ведомства на проведение экспериментов по длительному пребыванию в пещерах без каких-либо ориентиров во времени. Привлекая к разработкам преданных своему делу инженеров и учёных, М. Сифр задумал и организовал ряд экспериментов с использованием регистрирующей и телеметрической аппаратуры, несравнимо более совершенной, чем просто телефон и магнитофон в первой его экспедиции.

В 1964-65 гг. был проведён двойной эксперимент, когда в соседних пещерах находились Антуан Сенни и Жози Лорес, первая в мире спелеонавтка.

Антуан Сенни провёл под землёй 4 месяца с 30 ноября 1964г., он праздновал Рождество 3-го января 1965, а Жози Лорес находилась в провале Виньерон на глубине 80м 3 месяца с 14 декабря, где встретила новый 1965 год 13 января. С первого же месяца пребывания Антуана Сенни в провале Оливье на глубине 65м у него обнаружилось нарушение ритма бодрствования и сна. В течение 22 дней длительность его суток составляла в среднем 48 часов и варьировалась от 42 до 50 часов. Он мог бодрствовать в среднем 34 часа, от 25 до 45, а его сон мог продолжаться от 7 до 20 часов. На 61-ые сутки этого эксперимента он проспал 33 часа и сообщил по телефону, что провёл ночь хорошо.

Как и у Антуана Сенни, у Жози Лорес отмечался 48-часовой цикл бодрствования и сна, но более хаотичный. В течение 4-х лет до эксперимента она записывала сроки появления у неё регул, в течение года – температуру тела при пробуждении. Под землёй длительность её менструального цикла постепенно сократилась с 29 суток до 25,5 в среднем, сходным образом изменялась и температура. На земле она достигала максимума на 29-ый день, в период жизни под землёй максимум отмечался на 26-ой день. После выхода на поверхность её биологические часы восстановили прежний ход, как и у Антуана Сенни.

Успешное завершение этих экспериментов изменило жизнь Мишеля Сифра, геология и физическая спелеология почти на 10 лет отошли на второй план. Активную поддержку его экспериментам оказали правительственные ведомства. Изучение поведения человека в исключительных условиях стало актуальным, здесь сошлись интересы военных и гражданских служб.

В изолированном ограниченном пространстве люди могли оказаться на борту космического аппарата, в длительном подводном плавании, в подземном бункере атомного бомбоубежища. Большинство экономически развитых стран проводили фундаментальные исследования в этой области, и французские спелеонавты оказались здесь на пересечении интересов многих учёных.

В 1966 году Мишель Сифр стал готовить полугодовой эксперимент под землёй без ориентиров во времени. Ему удалось установить контакт с профессором Францем Гальбергом¹ из NASA, изучавшим биоритмы человека. Консультантами были профессор Жуве, известный своими исследованиями сна и сновидений, и профессор Фресс, который одолжил для эксперимента приборы, регистрирующие рефлексy и разработал серию психологических тестов.

Рекордный полугодовой эксперимент провёл Жан-Пьер Мерете. Он спустился под землю 1 июня 1966 г. в 13 часов и выбрался на поверхность 30 ноября в 12 часов после 181-го дня, проведённого в пропасти массива Одиберг, где прежде жил Антуан Сенни. В течение 2800 часов Жан-Пьер Мерете носил комбинезон из пропилена, прошитого специальными нитями, под ним находились десять нательных датчиков и ректальный зонд. Комбинезон был соединён кабелем длиной около 100м с регистрирующей аппаратурой, установленной в недоступном для испытателя месте. Датчики должны были улавливать электрическую активность мозга, тонус мышц, движения глаз, ритмы сердца и дыхания и другие параметры жизнедеятельности. Непрерывные сеансы записи длились от 30 до 70 часов. В течение первых 10 дней жизни под землёй период бодрствование-сон был равен примерно 25 часам (15 – бодрствование, 10 – сон), в течение следующего месяца этот период составлял 48 часов (34 – бодрствование, 14 – сон). Следующие месяцы прошли с беспорядочным чередованием циклов бодрствование-сон, продолжительностью от 18 до 35 часов. Были отмечены периоды активности от 12 до 22 часов и сна от 7 до 15 часов. Иногда он спал даже 17 часов. Длительное пребывание под землёй Жана-Пьера Мерете позволило получить данные о продолжительности разных фаз сна у человека в условиях изоляции, когда продолжительность цикла бодрствование-сон изменялась в широких пределах. Нейрофизиология изучает два типа сна. Фаза глубокого сна характеризуется медленными волнами большой амплитуды, которые регистрирует электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Другой тип сна соответствует фазе сновидений и характеризуется более высокой частотой и меньшей амплитудой колебаний на ЭЭГ. В этой фазе наблюдаются быстрые спонтанные движения глаз и полное расслабление мышц. На неё приходится примерно пятая часть продолжительности сна. Фаза парадоксального сна необходима для поддержания организма в нормальном состоянии. Анализ записи при разной продолжительности цикла бодрствование-сон: 24-часовой, 36-часовой, 48-часовой и даже 60-часовой показал, что изменение общей продолжительности сна и его парадоксальной фазы тесно связаны и выявил взаимосвязь между продолжительностью парадоксального сна и предшествующей активности.

Следующий этап экспериментов «вне времени» имел целью исследовать влияние личных качеств испытуемых на продолжительность цикла бодрствование-сон и соотношение двух фаз сна. В 1968-69гг. два добровольца Филипп Энглендер, 30 лет, и Жак Шабер, 28 лет, провели в пещерах по 4,5 месяца. Филипп Энглендер, бывший прораб с практическим складом ума, из тех людей, кто сначала действует, а потом думает, в противоположность ему Жак Шабер из тех, кто сначала обдумывает последствия своих поступков, а уже потом действует. У Филиппа суточный 24-часовой цикл через 2 недели сменился 48-часовым, продолжавшимся 12 дней. Затем этот цикл был закреплён светом 500-Ваттной лампы, которая горела над прозрачной палаткой по 34 часа.

Жак, напротив, сохранил околосуточный ритм, интервалы между его пробуждениями составляли 28 часов. Лишь на третий месяц его цикл бодрствование-сон достиг 48 часов в сопровождении усиленной физической активности. По расчетам Жака

Шабера, между его спуском и выходом на поверхность прошло 105 дней, тогда как по земному счёту с 28 августа по 15 января прошло 130 суток.

Через десять лет после своего первого эксперимента «вне времени» Мишель Сифр провёл 205 суток под землёй в пещере Миднайт в 600км от Хьюстона (штат Техас). Температура и микроклимат в этой пещере были более комфортными в сравнении с сырой и холодной пропастью Скарассон. Пещера имеет 30-метровый вертикальный спуск, температура в ней постоянна и равна 21,5°C. Но за эти удобства пришлось заплатить владельцу пещеры значительную сумму. М. Сифр, «привязанный» к 10-метровому кабелю, соединённому с прибором для измерения внутренней температуры тела и с электродами для регистрации работы тела, электрической активности мозга во время сна ежедневно подвергался многочисленным тестам. За 205 дней он снимал с себя датчики лишь на 10 дней. Заточение в пещере Миднайт оказалось для М. Сифра тяжким. Он спустился под землю 14 февраля 1972 года и до 27 апреля легко переносил одиночество, но после 60-го цикла всё пошло насадку. М. Сифр «стал уже другим, психологически сломленным, на грани отчаяния», однако довёл эксперимент до конца. Причиной депрессии послужило противоречие между призванием спелеолога и геолога и его ролью подопытного в этом эксперименте. Как объект исследования, эта пещера не представляла для него интереса.

Как и предполагал М. Сифр, возраст значительно повлиял на его биологические часы. В 1962г. достаточно было 9.5 часов сна, чтобы бодрствовать 15 часов, в 1972г. хватало 7.5 сна, а период деятельности составлял в среднем 28 часов. В течение первых 6-ти недель М. Сифр ложился и, соответственно, вставал каждый раз на 2 часа позже, так что его день за это время трижды совпадал с ночью на поверхности земли. Затем, в течение двух недель период бодрствования и сна потерял устойчивость: «сутки» длительностью 48 часов чередовались с 28-часовыми, пока на несколько месяцев не стабилизировались на уровне, близком к 28-ми часам, после этого вновь стали 48-ми часовыми, чередующимися с 28-часовыми и в конце эксперимента стали стабильно 28-часовыми. Важным параметром оказалась внутренняя температура тела. До спуска в пещеру она достигала минимума примерно полтора часа спустя после того, как М. Сифр засыпал, в 2 часа ночи. Под землёй минимум температуры смещался на всё более позднее время – 3,4,5 часов утра. И через две недели эксперимента наблюдался уже в 15 часов. И так повторялось неоднократно.

Несмотря на опыт своего первого пребывания в изоляции и намерения корректировать свои представления о времени, М. Сифр, поднявшись на поверхность, всё-таки ошибся в оценке даты на 2 месяца.

Записи электрической активности мозга при 26-часовом, 36-часовом и 48-часовом суточных циклах в течение 205 ночей показали, что продолжительность парадоксального сна удваивается вместе с удвоением суточного периода: в 24-часовых сутках фаза парадоксального сна длилась 90 минут, в 48-часовом суточном цикле, состоявшем из 35 часов бодрствования и 13 часов сна, длительность парадоксальной фазы достигла трёх часов. Подтвердив важность парадоксального сна, эти исследования, как считает М. Сифр, не затронули такую его существенную сторону, как содержание сновидений.

Через 37 лет после своего первого опыта изоляции в глубинах земли М. Сифр осуществил свой третий эксперимент «вне времени», чтобы изучить, как изменяются биологические ритмы с возрастом. Он встретил 2000 год в пещере Кламуз и после 2-месячно пребывания в ней вышел на поверхность 14 февраля 2000 года. Были получены температурные кривые и изучено изменение продолжительности цикла бодрствование-сон. Этот опыт можно сравнить с исследовательской программой Джона Гленна, первого американца, облетевшего Землю, который в возрасте 77 лет, через 37 лет после своего первого полёта провёл почти 214 часов на борту шаттла «Дискавери» в составе экипажа из 7 астронавтов, изучая влияние факторов космического полёта на свой организм.

По-видимому, неоднократно наблюдавшееся у спелеонавтов удвоение периода бодрствование-сон и переходные режимы от околосуточной периодичности к 48-часовым суткам с промежуточными 28-часовыми и 32-часовыми сутками имеет аналогию в общей теории бифуркаций, когда потеря устойчивости автоколебания вблизи резонанса 1:2 приводит к удвоению цикла через цепочку бифуркаций. В соотношении 1:2 находятся продолжительность сна и бодрствования в околосуточном цикле. И оно сохраняется при удвоении периода.

Литература

- 1) Мишель Сифр. Один в глубинах земли / Пер. с французского Ф.Л. Мендельсона. – М.: издательство «Мир», 1966-263 стр.
 - 2) Мишель Сифр. В безднах земли / Пер. с французского В. Г. Дмитриева, предисловие и редакция Н.А. Гвоздецкого – М.: издательство «Прогресс», 1982-236 стр.
 - 3) Арнольд В. И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: «Наука», 1978
-
1. Франц Гальберг в 1959 году сформулировал понятие об околосуточных или циркадных ритмах и дал представление в координации физиологических функций организма. Его заслугой является введение в хронобиологию математических методов обработки данных. Он установил, что чувствительность организма к действию вредных факторов на протяжении суток изменяется.