

До питання про екологію космічних польотів

В. І. Данилейко

Розвиток ракетної техніки зробив можливими в близькому майбутньому польоти у верхніх шарах атмосфери, а потім і в міжпланетному просторі. Загальновідомі величезні досягнення радянської науки і техніки в цій галузі.

Фізіологічні і гігієнічні питання, пов'язані з короточасним перебуванням людини в герметизованих кабінах у лабораторних умовах, були висвітлені в багатьох працях (А. Г. Авер'янов та ін., 1935; А. П. Аполлонов та ін., 1935; М. П. Бресткін, 1935; В. А. Спаський, 1939, 1940, 1941, та багато інших).

В зв'язку з тим, що при польотах у Космос час перебування екіпажу в невеликій, герметично закритій кабіні літального апарата може бути дуже тривалим (при польотах в межах сонячної системи — протягом кількох років), то виникає ряд принципіально нових питань, зумовлених обмеженням об'ємом життєвого середовища, необхідністю строгої економії ваги різних запасів тощо.

Коротко спинимось на деяких з цих питань.

1. На вищу нервову діяльність людини в умовах таких польотів впливатимуть кілька факторів: усвідомлення небезпеки; ослаблення або відсутність деяких звичних екстероцептивних подразників, які активізують коркові процеси; обмеження функцій локомоторного апарата; в польотах з участю однієї людини необхідність подавляти соціальні рефлекси тощо. Деякі з цих факторів з певним ступенем наближення можуть імітуватись в умовах наземних лабораторій.

За останній час, зокрема за кордоном, проводять спроби досліджувати психічну діяльність людей в умовах тривалої їх ізоляції в невеликих камерах з максимальним виключенням зовнішніх подразників — світла, звуку тощо. Було встановлено, що в процесі проведення таких експериментів у досліджуваних з'являлись галюцинації, емоційна неврівноваженість, ілюзорні відчуття і т. ін. (Бюлл. експресс-информации, серия «Ракетная техника», в. 40, № 119, 1957, с. 1; там же, серия «Здравоохранение и медицина», в. 3, № 10, 1959, с. 1; там же, в. 25, № 82, с. 4; С. Грінвуд, 1957; Б. Фінкельштейн, 1958; Г. Руфф, 1959; Е. Еврар, І. Хенротт, 1959, та багато інших).

Слід гадати, що такі досліди, супроводжувані повним усуненням деяких екстероцептивних подразників, навряд чи дадуть щось корисне для теорії і практики космічної медицини, бо в реальних умовах всередині кабіни цілком можливо створити певний фізіологічний фон зовнішніх подразників, які активізують коркову діяльність людини. І дійсно, в тих випадках, коли досліджуваного інформували про характер і тривалість експерименту, коли добовий ритм його діяльності регламентували спеціальним режимом, — порушень, про які ми згадували вище, як правило, не відзначалось. Це положення підтверджується

результатами спостережень над Д. Фареллом, який знаходився протягом семи діб у регенераційній камері об'ємом $2,5 \text{ м}^3$ (Бюлл. експресс-информации, серия «Ракетная техника», в. 23, № 67, 1958, с. 2; А. Барроуз, 1958; С. Гератеволь, 1959, та ін.).

2. Здоровий організм досить важко переносить обмеження рухомості. Необхідність залишатись протягом тривалого часу в тому самому положенні пов'язана з інтенсивними вольовими зусиллями, що закономірно відбиватиметься на вегетативних функціях організму. Крім того, істотний вплив на діяльність вісцеральних органів може справляти ослаблення аферентних впливів з м'язової системи. В реальних умовах необхідно враховувати можливість функціональних зрушень в діяльності організму, зумовлених згаданими вище факторами.

3. Однією з найважливіших проблем є розробка заходів, які забезпечують зниження ваги запасів кисню, води і продуктів харчування на борту космічного корабля.

В зв'язку з цим особливого інтересу набувають спроби організувати частковий або повний кругообіг речовин, необхідних для тривалого підтримання життя людини в умовах замкнутого простору обмеженого об'єму. Можливість такого розв'язання проблеми була логічно обґрунтована К. Е. Ціолковським (1895, 1903, 1920, 1929, 1932), а перші досліді були проведені в 1915—1926 рр. Ф. А. Цандером.

В працях сучасних авторів комплекс заходів, які забезпечують такий кругообіг, дістав назву замкнутої екологічної системи.

В перших польотах передбачається застосування частково замкнутої екологічної системи, в рамках якої здійснюватиметься тільки рециркуляція води при наявності запасів інших продуктів і консервуванні виділень.

Вважають, зокрема, що шляхом конденсації вологи, випарюваної людським організмом, і регенерації води, яка міститься у сечі, проблема водопостачання може бути повністю розв'язана (М. П. Бресткін і Ю. К. Юцевич, 1934; Боумен, 1954; Бюлл. експресс-информация, серия «Ракетная техника», в. 4, № 10, 1957; там же, в. 30, № 88—89; там же, серия «Здравоохранение и медицина», в. 39, № 155, 1958, там же, в. 3, № 10, 1959; І. Кілбук, 1957; Ц. Беррі, 1958; Є. Конеччі, 1958; Ц. Адамс, 1958; С. Хансон, 1958; М. Брокман та ін., 1958; К. Бюттнер, 1958).

Як показали перші експерименти, воду, що міститься в сечі, можна за допомогою різних способів повністю очистити від шкідливих домішок і зробити її придатною для споживання (В. Хокінс, 1958; І. Сендрой і Х. Коллісон, 1959; Р. Бембенек і І. Зефф, 1959).

В замкнутій екологічній системі всередині космічного корабля передбачається здійснення повного біологічного циклу кругообігів речовин шляхом споживання в їжу приросту біомаси, одержуваної в процесі перероблення рослинами виділень людського організму та використання фотосинтезу для регенерації повітря. Цю ідею, яка належить, як ми вже згадували, К. Е. Ціолковському (1895), тепер підтримують у багатьох працях (Бюлл. експресс-информации, серия «Ракетная техника», в. 40, № 119, 1957; Боумен, 1954; І. Майерс, 1954; Кілбук, 1959; Брокман та ін., 1959; Бюттнер, 1959; Беррі, 1959; Х. Стругхолд, 1959; А. Тейлор, 1959, та багато інших). Вважають, що найбільш доцільно в перший час використовувати суспензію одноклітинних водоростей (*Chlorella*), які мають властивість надзвичайно швидко рости і кумулювати великі кількості білкових і жирових речовин. Проблема використання цих водоростей в їжу, утилізації за їх допомогою каналізаційних вод вивчена порівняно непогано. А недавно були проведені експерименти, під час яких з допомогою культури во-

доростей здійснювалась регенерація атмосфери всередині камер з людьми або тваринами, які в них знаходяться (Бюлл. експресс-інформации, серія «Здравоохранение и медицина», в. 39, № 154—155, 1958; там же, в. 3, № 10, 1959; І. Гаум, 1958).

В наступному, мабуть, для цієї мети будуть використані і суходільні рослини (К. Е. Ціолковський; Адамс; С. Кілер, 1958, та ін.).

Цілком очевидно, що спроби розв'язати проблему харчування тільки шляхом використання рослин не можна визнати задовільними, оскільки вони не забезпечують потреби людини в різних речовинах. Ураховуючи це, М. М. Сиротинін (1956), Брокман та ін.; І. Стерн та ін. (1959) пропонують поряд з рослинами вирощувати гетеротрофні організми (зоопланктон, молюски, рибу тощо).

Є ще ряд інших пропозицій, та обмежені розміри статті не дають можливості на них спинитися.

Власні дослідження та їх результати

Наші дослідження, мета яких була сформульована в 1957 р., можна поділити на два етапи. На першому етапі (січень—вересень 1958 р.) була досліджена можливість організації кругообороту речовин всередині замкнутого простору. Проводились, зокрема, досліді по регенерації води, яка міститься в сечі. На продуктах, виділюваних людським організмом, вирощували різні водорості, гриби і зоопланктон. Рослини, в свою чергу, були використані як поживне середовище для вирощування молюсків.

На другому, заключному етапі досліджень (жовтень—грудень 1958 р.) ми з'ясовували можливість споживання в їжу одержаних раніше рослинних і тваринних продуктів.

Проте головна мета цих досліджень полягала у вивченні впливу тривалого перебування в умовах обмеженої рухомості та усунення деяких звичних екстероцептивних подразників на вищу нервову діяльність і вегетативні функції людини.

Були проведені два досліді тривалістю 7 і 3 доби. Піддослідний знаходився у напівлежачому положенні всередині барокамери об'ємом $2,8 \text{ м}^3$. Загальний вигляд піддослідного зображений на рис. 1.

Зв'язок із зовнішнім світом здійснювався за допомогою радіо й обмежувався двома-трьома фразами на добу. Барометричний тиск газового середовища всередині періодично вентильованої камери відповідав зовнішньому тиску атмосфери; вміст кисню в повітрі дорівнював 20,9%, вміст вуглекислоти—0,1—0,2%, іноді більше. Температура повітря коливалась в межах $17,5\text{—}24,5^\circ\text{C}$, відносна вологість від 55 до 81%.

В другому досліді, що тривав три доби, на людину був надягнений гумовий, вентильований комбінезон, температура в якому становила $24,0\text{—}32,5^\circ\text{C}$, а відносна вологість коливалась від 74,0 до 95,8%.



Рис. 1. Положення і загальний вигляд досліджуваного в експерименті, що тривав три доби.

До і після експерименту піддослідного оглянули психіатр і невропатолог.

Судження про стан вищої нервової діяльності ґрунтувалось на результатах асоціативного експерименту (І. Я. Завілянський, 1958) і дослідження умовних рефлексів, виконаного за допомогою тесту А. Г. Іванова-Смоленського, методики рухових умовних рефлексів на мовному підкріпленні і мигальної методики (ці методики детально описані в

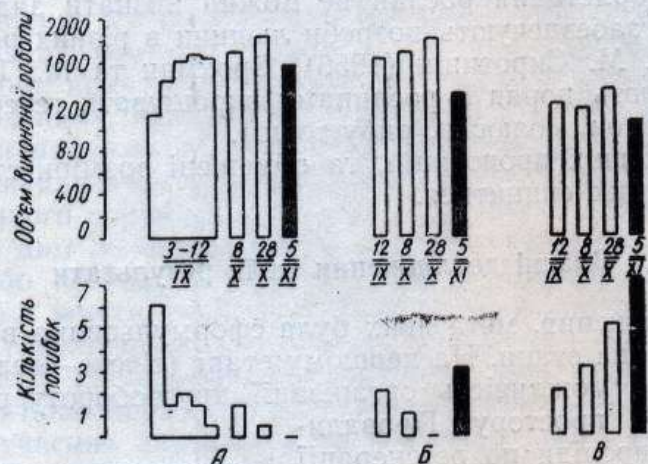


Рис. 2. Результати дослідження умовнорефлекторної діяльності, проведеного за допомогою коректурного тесту А. Г. Іванова-Смоленського.

Білі стовпці — величина реакцій до досліду; чорні — відразу після досліду. А — умовний рефлекс; Б — диференцировка; В — умовне гальмування.

працях А. Г. Іванова-Смоленського, 1933; Ю. А. Поворинського, 1954; І. І. Короткіна, 1949, і багатьох інших).

Про стан вегетативних функцій ми судили з результатів спостережень за частотою пульсу, висотою кров'яного тиску, вимірюваною на плечі, і за частотою дихання.

Дані, одержані при дослідженні умовнорефлекторної діяльності до і після семидобового досліду за допомогою коректурного тесту, наведені на рис. 2.

Як можна бачити з цього рисунка, при перевірці величини раніше виробленого рефлексу, проведений через 26 і 46 днів, відзначалась достатня міцність умовної реакції. Напередодні досліду, в період підготовки спостерігалось навіть збільшення величини рефлексу, підвищилась рухомість основних нервових процесів. При дослідженні, проведеному негайно після закінчення досліду, виявлено згасання умовних рефлексів, подовження латентного періоду реакції, що привело до зменшення на 13,6% об'єму виконаної роботи. Більш істотні порушення спостерігались при диференціюванні подразників і в досліді із застосуванням умовного гальма — зменшення об'єму виконаної роботи в цих випадках досягало відповідно 27,8 і 26,0% при значному збільшенні кількості помилок. При дослідженні умовнорефлекторної діяльності за допомогою інших методик також спостерігались виражені порушення процесів внутрішнього гальмування.

Виявлені порушення дають підставу говорити про зниження рухомості основних нервових процесів у корі головного мозку і про деяке переважання гальмівного процесу.

В другому досліді, що тривав три доби, виявлені зміни мали такий самий характер, але були менш вираженими.

Спостереження за станом вегетативних функцій організму, проведені під час першого досліду, показали, що при відносній стабільності частоти пульсу і дихання показники, які характеризують кров'яний тиск, на другий день досліду підвищились на 10—15/5 мм рт. ст., а наприкінці, на сьомий день досліду, вони були нижчі від вихідних величин на 15—20/10 мм рт. ст. (див. рис. 3). Підвищення кров'яного тиску, можливо, було наслідком більш високої концентрації вуглекислоти у повітрі камери в першу добу досліду, а, можливо, відбивали функціональні зрушення в центральній нервовій системі, зумовлені впливом фактора обмеження рухомості. Ці зрушення дістали своє відображення в появі суб'єктивно відчуваного стану підвищеної дратівливості.

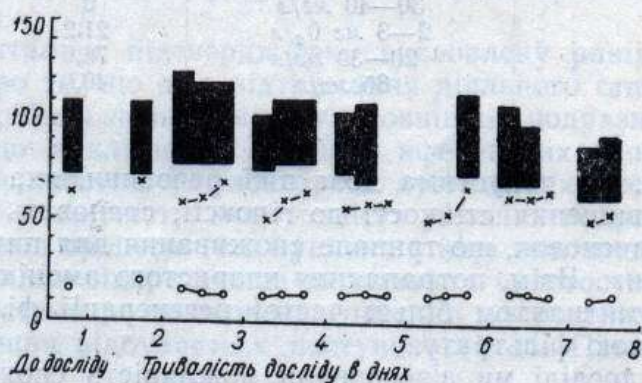


Рис. 3. Результати дослідження вегетативних функцій досліджуваного.

Позначення: стовпці — величина кров'яного тиску; x — частота пульсу; o — частота дихання. Виміри провадились тричі на день.

Зниження кров'яного тиску, яке потім настало, ми пов'язуємо із зменшенням рефлекторного, тонізуючого впливу м'язової системи внаслідок обмеження функції локомоторного апарата.

З тих самих причин, очевидно, сталося порушення моторики шлунково-кишкового тракту.

В першому досліді для харчування були використані сухі продукти, а потреба в рідині протягом шести діб повністю задовольнялась водою, одержаною із сечі.

Проведені перед цим дослідом шукання способів регенерації води, яка міститься у сечі, закономірно привели нас до застосування методу випарювання (дистиляції) при температурах, близьких до точки кипіння.

Одержаний після випарювання конденсат виявився непридатним до споживання, бо він мав лужну реакцію і містив велику кількість аміаку. Безрезультатними виявились також досліди з додаванням до випарюваної сечі невеликих кількостей азотної кислоти. Тоді вирішено було комбінувати метод випарювання з наступною фільтрацією через катіоніт. Для цієї мети був використаний катіоніт еспатит-1, (КУ-1), попередньо оброблений 1—3%-ним розчином HCl. (Підготовка фільтрів і процес іонного обміну детально описані в монографії І. Е. Апельцина та ін., 1949).

Як видно з таблиці, в якій наведені результати хімічного аналізу одержаної рідини, вона лише незначно відрізняється від звичайної питної води. Трохи підвищена її кислотність залежить від незначної кількості хлористого амонію, який утворюється під час іонообміну і потрапляє у фільтрат при «старінні» катіоніту.

Результати хімічного аналізу води, одержаної із сечі шляхом випарювання — катіонування (при різних строках служби фільтрів)

Показники	Орієнтовні норми для питної води	Одержано в досліді	
		Фільтр №1	Фільтр №2
Прозорість	Не менше 30	17,0	Понад 35,0
Мутність	—	53,1	Менше 26,1
Запах	Не більше 2 балів	2	3
Реакція	6,5—9,5	5,0	5,0
Аміак (хлористий амоній)	Сліди	0,8 мг/л	16,0 мг/л
Азотиста кислота	»	Менше 0,001	Менше 0,001
Азотна кислота	30—40 мг/л	0	0
Окислюваність	2—3 мг O ₂ /л	21,2	19,6
Хлориди	20—30 мг/л	76,0	52,0
Солі сірчаної кислоти	80 мг/л	40,0	Менше 25,0

Ураховуючи, що допустима доза цієї речовини, яка іноді застосовується для підвищення стійкості до гіпоксії, становить 10 г на добу, можна зробити висновок, що тривале споживання для пиття такої рідини не є шкідливим. Втім, потрапляння хлористого амонію в питну воду можна виключити шляхом більш частішої регенерації фільтрів або додатковою обробкою фільтрату.

В другому досліді ми з'ясовували можливість споживання в їжу різних протококових водоростей, які вирощували на виділеннях людського організму, а також зоопланктону і молюсків.

Дані, необхідні для вирощування одноклітинних водоростей в штучних умовах, описані в багатьох працях (Н. С. Гаєвська, 1956; Г. Г. Вінберг, 1957; П. Кук, 1951; Б. Кок, 1952; Х. Гаффон, 1953; Е. Девіс та ін., 1953; Л. Прусс та ін., 1954, і ряд інших), тому ми на них не спиняємось.

Всього в нашому розпорядженні було близько 1,5 кг пасти, яка складалася із суміші водоростей *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus accuminatus* та ін. Як показав аналіз, ця паста містила 91,99% вологи, 8,01% сухих речовин; 4,06% білка, 1,8% вуглеводів і 0,55% жиру.

Як джерело тваринних білків була використана наважка зоопланктону (*Rotatoria*, *Copepoda* та ін.), який розвивався у тих самих посудинах, що й водорості; молюски (*Arionidae*, *Limacidae*), вирощувані в тераріумі.

Як було встановлено, молюски за своїм хімічним складом майже не відрізняються від м'яса. Їх тіло містить 78,11% вологи, 21,89% сухих речовин, в тому числі 19,1% білків, 0,54% вуглеводів і 0,45% жиру. Крім того, в добовий раціон у невеликій кількості включались гриби.

Динаміку мінерального обміну не досліджували, хоч у першому досліді була виявлена підвищена потреба в кухонній солі, що почасти зумовлено впливом хлористого амонію, який містився в питній воді.

Калорійність з'їденої за добу їжі, як і в першому досліді, в зв'язку з відсутністю апетиту не перевищувала 1800 великих калорій.

Проведені нами дослідження для з'ясування кругообороту речовин на різних етапах складались із таких ланок: регенерація води з рідких виділень; переробка виділень з допомогою одноклітинних водоростей, грибів і зоопланктону; вирощування молюсків на кормі з водоростей; використання для пиття одержаної води і споживання в їжу одержаних рослинних і тваринних продуктів. Для того, щоб замкнути цикл кругообороту, і для встановлення біологічної рівноваги між організмом

і середовищем, необхідно було здійснити в процесі вирощування водоростей регенерацію повітря всередині замкнутого простору з вміщеною всередині живою істотою.

Спроба здійснити це була зроблена під час другого досліду в барокамері, проте з технічних причин не вдалося встановити ступінь впливу рослин на склад повітря в камері.

Обговорення результатів досліджень

Порушення в сфері вищої нервової діяльності, які спостерігались у наших дослідах, стають зрозумілими в світлі фактів, встановлених І. П. Павловим.

Експериментально підтверджуючи висловлену раніше І. М. Сеченовим думку про те, що для підтримання діяльного стану кори головного мозку потрібний певний мінімум зовнішніх подразнень, І. П. Павлов показав, що виключення частини аферентних імпульсів шляхом порушення провідності в рефлекторній дузі деяких екстерорецепторів, так само як одноманітність, монотонність умовних подразників, призводить до посилення процесів гальмування в корі головного мозку. Поряд з цим І. П. Павлов підкреслював можливість пристосування центральної нервової системи до виключення частини аферентних імпульсів, якщо це виключення відбувається поступово (І. П. Павлов, 1915, 1917, 1923, 1935).

Зміни нервових процесів у корі головного мозку, чергування умовних і безумовних (позитивних і негативних) рефлексів є вірним засобом, який знижує інтенсивність гальмування. Отже, тривале тренування, регламентована творча участь людини в проведенні програми досліджень дадуть можливість зберігати розумову працездатність на необхідному рівні.

Далі, вже під час досліду було помічено, що у тварин рухомого, легко збудливого типу нервової системи процеси гальмування в корі сонливий стан розвиваються швидше, ніж у тварин спокійних, зосереджених.

Отже, в процесі добору майбутніх космонавтів, очевидно, доцільно враховувати тип вищої нервової діяльності. Найбільш підходящим, на нашу думку, буде сильний врівноважений рухомий тип (за І. П. Павловим, 1927).

Слід відзначити, що в працях зарубіжних авторів, присвячених цим самим питанням, при спробах дати пояснення спостережуваним порушенням, співвідношення основних нервових процесів у корі головного мозку, як правило, не враховується.

Наші експерименти по організації кругообороту речовин всередині замкнутого простору обмеженого об'єму були виконані незалежно від аналогічних досліджень, проваджуваних в США.

Ці експерименти можна розглядати як орієнтовні накреслення намічуваного розв'язання окремих конкретних питань проблеми.

На закінчення бажано відзначити, що термін — екологічна система — означає сукупність заходів по забезпеченню кругообороту речовин у замкнутому просторі. Однак він не відбиває усієї багатоманітності, специфіки взаємовідношень організму із середовищем, впливу на організм умов способу життя.

Узагальненню закономірностей в цих взаємовідношеннях має бути присвячена нова галузь науки, яка може бути названа — космічна екологія.

Висновки

1. В результаті дослідження умовнорефлекторної діяльності людини, яка протягом кількох діб перебувала в умовах одиночної ізоляції при обмеженні функції локомоторного апарата із зменшенням кількості і сили екстероцептивних сприйнять, були виявлені незначне згасання вироблених раніше умовних рефлексів і виражені порушення внутрішнього гальмування.

Ці порушення, які є наслідком зміни співвідношення процесів збудження і гальмування, переважання гальмівного процесу в корі головного мозку, можуть призвести до деякого зниження розумової працездатності.

Для з'ясування закономірностей у виникненні порушень і для розробки профілактичних заходів потрібні повторні і більш тривалі дослід.

2. Дослідження вищої нервової діяльності організму, протягом тривалого часу ізолюваного в замкнутому просторі, треба підкріплювати спостереженнями за станом вегетативних функцій, зокрема, за діяльністю серцево-судинної системи, яка дуже тонко реагує на виникнення емоціональних зрушень, появу невротичних реакцій тощо.

3. Пропонується один з варіантів замкнутої екологічної системи, яка передбачає регенерацію води, що міститься в сечі, шляхом її випарювання з наступною фільтрацією через іонітовий фільтр; переробку інших виділень і одержання продуктів харчування за допомогою суміші культур протококових водоростей і грибів; одержання тваринних білків в процесі вирощування зоопланктону і молюсків.

4. Для вичерпного розв'язання поставлених проблем необхідно провести дослідження з поєднанням зусиль фахівців з різних галузей біології і медицини.

ЛІТЕРАТУРА

- Аверьянов А. Г. и др., Физиол. журн. СССР, 19, 6, 1935, с. 1207.
 Апельцин И. Э. и др., Иониты и их применение, Стандартгиз, 1949.
 Аполлонов А. П., Труды Всесоюзной конфер. по изучению стратосферы, М., 1935, с. 607.
 Боумен Н., в кн.: «Вопросы медицины при межпланетных полетах», М., 1955, с. 150.
 Бресткин М. П., Труды Всесоюзной конфер. по изучению стратосферы, М., 1935, с. 602.
 Винберг Г. Г., Успехи соврем. биол., 10, 3, 1957, с. 332.
 Гаевская В. И., Природа, 4, 1956, с. 43.
 Данилейко В. И., Тезисы докл. 14-й отч. научной конфер. аспирантов Киевского мед. ин-та, К., 1957, с. 18.
 Завілянський І. Я., Методика психіатричного дослідження, К., 1958, с. 114.
 Иванов-Смоленский А. Г., Методика исследования условных рефлексов у человека, Медгиз, 1933, с. 92.
 Короткин И. И., Физиол. журн. СССР, 35, 4, 1949, с. 467.
 Павлов И. П., Полн. собр. соч., 3, 1, 1951, сс. 290, 299, 373.
 Павлов И. П., Полн. собр. соч., 3, 2, 1951, сс. 77, 409.
 Поворинский Ю. А., Методика исслед. двигательных условных рефлексов на речевом подкреплении, М., 1954.
 Спасский В. А., в кн.: «Основы авиамедицины», М., Медгиз, 1939, с. 226.
 Спасский В. А., Физиолого-гигиеническое обеспечение полетов в стратосфере, Медгиз, 1940.
 Спасский В. А., в кн.: «Основы авиамедицины», 1941, с. 242.
 Цандер Ф. А., Проблемы полета при помощи ракетных аппаратов, М., Оборонгиз, 1947, с. 117.
 Циолковский К. Э., «Грезы о земле и небе», М., 1895, сс. 48, 57.
 Циолковский К. Э., Исследование мировых пространств реактивными приборами, 1903.
 Циолковский К. Э., Вне земли, 1920.

W., 19

чело
ния
го п
прос
быт
лаб
путлос
ции
при
вне
утв
сти
ник

ту

чис
нос
пла

2-ф

- Циолковский К. Э., Растения будущего, 1920, с. 22.
 Циолковский К. Э., Реактивное движение, 1932.
 Adams C. C., Space flight, N. Y., 1958, p. 258.
 Bambenek R. A., Zeff J. D., Astronautics, 4, 2, 1959, p. 34.
 Berry C. A., Aeronaut. Engineer. Rev., 17, 3, 1958, p. 35.
 Brockmann M. C. and oth., Food Technol. 12, 9, 1958, p. 449.
 Buettner K. J. K., U. S. Armed Forces Med., 10, 4, 1959, p. 416.
 Burrows A., New Scientist, 3, 75, 1958, p. 12.
 Cook P. M., Industrial a. Engineer. Chem. 43, 10, 1951, p. 2385.
 Davis E. A. and oth., Algal culture from laboratory to pilot plant, W., 1953, p. 105.
 Evgard E., Henrotte J. G., Aerospace Med. J., 1959, 30, 11, p. 856.
 Finkelstein B., Food Technol., 12, 9, 1958, p. 445.
 Gaffron H., Research, 6, 6, 1953, p. 222.
 Gaum J., Food Technol., 12, 9, 1958, p. 433.
 Gerathewohl S. J., Aerospace Med. J., 30, 10, 1959, p. 722.
 Hanson S. W. F., Food Technol., 12, 9, 1958, p. 430.
 Hawkins W. R., J. Aviat. Med., 29, 7, 1958, p. 525.
 Henry J. P., Spaceflight, 1, 5, 1957.
 Keeler S., Spaceflight, 2, 9, 1958, p. 324.
 Kilbuck J. M., Food Technol., 11, 7, 1957, p. 2.
 Kok B., Acta Botan. Nederland, 1, 3, 1952, p. 445.
 Конесси Е. В., Astronautics, 3, 1, 1958, p. 42.
 Myers J., J. Aviat. Med., 25, 4, 1954, p. 407.
 Pruess L. and oth., Appl. Microbiol., 2, 3, 1954, p. 125.
 Ruff G. E., Astronautics, 4, 2, 1959, p. 22.
 Senbroy J., Collison H. A., Aerospace Med., 30, 9, 1959, p. 640.
 Stern J. and oth., Aerospace Med., 30, 9, 1959, p. 703.
 Strughold M., U. S. Armed Forces Med. J., 10, 4, 1959, p. 397.
 Taylor A., Space Aeronautics, 31, 6, 1959, p. 29.

Надійшла до редакції
 26. IX 1960 р.

К вопросу об экологии космических полетов

В. И. Данилейко

Резюме

В связи с предстоящим осуществлением в близком будущем полетов человека в космическое пространство возникла необходимость решения целого ряда новых проблем, связанных с обеспечением длительного пребывания человека в кабине искусственного спутника. Некоторые проблемы, имеющие экологический и физиологический характер, могут быть решены в ходе экспериментов, проводимых в условиях наземных лабораторий. Настоящая работа представляет собой попытку наметить пути решения некоторых из этих проблем.

В двух опытах продолжительностью в семь и трое суток исследовалось влияние на высшую нервную деятельность и вегетативные функции человека условий ограничения подвижности, устранения некоторых привычных экстероцептивных раздражителей и однообразия условий внешней среды. Отмеченные при этом нарушения не дают основания утверждать, что влияние перечисленных выше факторов может привести к серьезному снижению умственной работоспособности и ухудшению самочувствия человека.

В работе приведены также результаты исследований по кругообороту веществ в замкнутом пространстве ограниченного объема.

В проведенных опытах была показана возможность извлечения чистой воды из жидких выделений человеческого организма; возможность переработки плотных выделений с помощью водорослей и зоопланктона.

В экологическую систему были включены также моллюски и, частично, грибы. Была доказана возможность употребления в пищу полученной в процессе регенерации воды, выращенных водорослей, зоопланктона и моллюсков.

On the Ecology of Space Flights

V. I. Danileiko

Summary

In two experiments lasting 7 and 3 days the author investigated the effect of limited locomotion, the elimination of some common exteroceptor stimuli and monotonous environmental factors upon higher nervous activity and vegetative functions in man. The noted disorders furnish no grounds for asserting that the influence of the above-mentioned factors may lead to severe reduction of intellectual capacity and deterioration of the general condition in man.

The experiments show the possibility of extracting pure water from fluid excretions of the human organism and the feasibility of reprocessing dense excretions with the aid of algae and zooplankton. Mollusks and, partially, fungi were included in the ecological system as well. It was shown that water obtained in the course of regeneration as well as cultivated algae, zooplankton and mollusks may be used as an edible item.

Кад

проц
ності
Він
вість
верш
доймріод
відно
ванн
у кл
робот
ткан
знач
глибяк на
нізм
тіль
то ст
назва
лов
дослленн
ності
щої
цесівні ба
ному
Г. В.
мент
корилози
ків.