



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008108063/15, 29.02.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.02.2008(45) Опубликовано: **20.11.2009** Бюл. № 32(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2291712 C2, 20.01.2007. RU 2119801 C1,
10.10.1998. PR 2715876 A1, 11.08.1995.
БЕРГМАН Л. Ультразвук и его применение в
науке и технике. - М.: Издательство
иностранной литературы, 1957, с.549-558.**

Адрес для переписки:

**141070, Московская обл., г. Королев, ул.
Ленина, 4а, ОАО "РКК "Энергия" им. С.П.
Королева", отдел интеллектуальной
собственности**

(72) Автор(ы):

**Зяблов Валерий Аркадьевич (RU),
Тройников Владимир Иванович (RU),
Щербаков Эдуард Викторович (RU),
Шубралова Елена Владимировна (RU),
Дешевая Елена Андреевна (RU),
Новикова Наталия Дмитриевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Ракетно-космическая корпорация
"Энергия" имени С.П. Королева" (RU)**

**(54) СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ-БИОДЕСТРУКТОРОВ НА
ПОВЕРХНОСТЯХ ОБЪЕКТОВ В ЖИЛЫХ ОТСЕКАХ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области очистки или защиты окружающей среды внутри обитаемых орбитальных станций от разрушающего воздействия микроорганизмов. Способ разрушения микроорганизмов-биодеструкторов на поверхностях объектов в жилых отсеках космической станции включает периодическое облучение этих зон ультразвуком с частотой более 29 кГц и уровнем облучения более 150 дБ в течение времени, необходимого для перевода конденсата с микроорганизмами в диспергационный аэрозоль, удаление образовавшегося аэрозоля из воздушной среды облученных зон путем засасывания воздуха среды облученных зон через фильтр, после

чего фильтр с собранным диспергационным аэрозолем уничтожают. Периодическое облучение проводят через интервалы времени, равные длительности развития микроорганизмов. При этом предварительно производят измерение температуры и относительной влажности воздушной среды в непосредственной близости от поверхности элементов жилых отсеков космической станции, фиксирование зон поверхности элементов, имеющих температуру не выше температуры точки росы, составление карты таких зон для всех штатных ориентаций космической станции относительно Солнца. Изобретение позволяет обеспечить надежную защиту конструкции модулей космической станции от биокоррозии. 1 ил., 6 табл.

RU 2 372 942 C1

RU 2 372 942 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2008108063/15, 29.02.2008**(24) Effective date for property rights:
29.02.2008(45) Date of publication: **20.11.2009 Bull. 32**

Mail address:

**141070, Moskovskaja obl., g. Korolev, ul. Lenina,
4a, OAO "RKK "Ehnergija" im. S.P. Koroleva",
otdel intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Zjablov Valerij Arkad'evich (RU),
Trojnikov Vladimir Ivanovich (RU),
Shcherbakov Ehdvard Viktorovich (RU),
Shubralova Elena Vladimirovna (RU),
Deshevaja Elena Andreevna (RU),
Novikova Natalija Dmitrievna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Raketno-
kosmicheskaja korporatsija "Ehnergija" imeni
S.P. Koroleva" (RU)**

(54) METHOD OF DESTROYING MICROORGANISMS-BIODESTRUCTORS ON SURFACES OF OBJECTS IN DWELLING MODULE OF SPACE STATION

(57) Abstract:

FIELD: ecology.

SUBSTANCE: invention relates to field of purification and protection of environment inside inhabited orbital stations from destroying influence of microorganisms. Method of destroying microorganisms-biodestructors on surface of objects in dwelling modules of space station includes periodic irradiation of mentioned zones with ultrasound with frequency more than 29 kHz and level of irradiation more than 150 dB during time period necessary for conversion of condensate with microorganisms into dispersion aerosol, removal of formed aerosol from air medium of irradiated zones by suction of air of irradiated zone medium through filter, after which filter with collected dispersion

aerosol is destroyed. Periodic irradiation is carried out after time intervals equal to duration of microorganisms development. Note that temperature and relative humidity of air medium in immediate vicinity from surface of elements of dwelling modules of space stations are preliminary measured, zones of elements surfaces with temperature not exceeding temperature of drop point are fixed, map of such zones for all standard orientations of space station with respect to Sun is composed.

EFFECT: invention allows to ensure reliable protection of space station module constructions against biocorrosion.

1 dwg, 6 tbl

Изобретение относится к области очистки или защиты окружающей среды внутри обитаемых орбитальных станций от разрушающего воздействия микроорганизмов.

В процессе длительной эксплуатации орбитальных космических станций возможны такие колебания температурно-влажностного режима, при которых температура на
5 ряде поверхностей элементов жилых отсеков приближается к точке росы, что может приводить к конденсации на этих поверхностях атмосферной влаги, являющейся благоприятной средой для развития в ней колоний микроорганизмов-биодеструкторов.

На орбитальной станции «Мир» космонавты неоднократно отмечали видимые
10 признаки коррозии металла. Известен случай нарушения работы системы регенерации воды из-за конденсата атмосферной влаги, при котором на внутренних поверхностях трубопровода системы был выявлен слизистый налет и обнаружен пристеночный рост бактериально-грибных ассоциаций. Известен также случай биологического
15 повреждения навигационного иллюминатора, выполненного из кварцевого стекла, а также случай обнаружения следов биологической коррозии внутренней стороны герметичного корпуса жилого отсека, изготовленного из алюминиевого сплава АМгб (Новикова Н.Д. и др. «Микробиологические аспекты формирования среды обитания пилотируемых космических объектов». Научные аспекты экологических проблем
20 России, М., 2002 г., т.1, с.582-586, Викторов А.Н. и др. «Микрофлора кабин пилотируемых космических объектов и проблема биоповреждений используемых в них конструкционных материалов». Авиакосмическая и экологическая медицина, 1992 г., т.26, №3, с.41-48).

Поэтому разработка способов раннего выявления и предотвращения воздействия
25 микроорганизмов-биодеструкторов на элементы жилых отсеков космической станции является важной задачей.

Известен способ разрушения микроорганизмов, предусматривающий воздействие на микроорганизмы электрическим зарядом в электрически напряженной жидкой
30 среде (патент РФ №2108113, заявка №96102855 от 14.02.1996 г.).

Недостатком данного способа является то, что он довольно сложен и труден в применении для орбитальных станций при их эксплуатации ввиду необходимости
35 заполнения жидкой средой объемов, содержащих микроорганизмы (что в случае отсеков орбитальной станции неприемлемо).

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому техническому решению является способ защиты от
40 микроорганизмов-биодеструкторов, включающий ультразвуковую обработку поверхности (Л.Бергман. «Ультразвук». М.: Издательство иностранной литературы, 1957 г., с.549-550). Данный способ принят заявителем за прототип.

Недостатком прототипа является то, что он не позволяет провести предварительное обнаружение поверхностей, склонных к биокоррозии, и удаление
45 микроорганизмов после обработки.

Задачей настоящего изобретения является раннее обнаружение и предотвращение
50 явления биокоррозии поверхности элементов жилых отсеков космической станции, особенно в труднодоступных зонах, имеющих плохое освещение и вентиляцию.

Поставленная задача решается описываемым способом разрушения микроорганизмов-биодеструкторов на поверхностях объектов в жилых отсеках
55 космической станции, включающим ультразвуковое облучение упомянутых поверхностей, при этом предварительно измеряют температуру и относительную влажность воздушной среды в непосредственной близости от поверхности элементов жилых отсеков космической станции и фиксируют зоны поверхности элементов,

имеющие температуру не выше температуры точки росы, составляют карту таких зон для всех штатных ориентаций космической станции относительно Солнца, периодически через интервалы времени, равные длительности развития микроорганизмов, производят облучение этих зон ультразвуком с частотой более 29 кГц и уровнем облучения более 150 дБ в течение времени, необходимого для перевода конденсата с микроорганизмами в диспергационный аэрозоль, затем удаляют образовавшийся диспергационный аэрозоль из воздушной среды облученных зон, засасывая воздух среды облученных зон через фильтр, после чего фильтр с собранным диспергационным аэрозолем уничтожают.

Именно выявление зон с влажностью, близкой к насыщенной, периодическое облучение этих зон ультразвуком заявленной частоты и уровня облучения обеззараживают зоны потенциальной биокоррозии, а последующий перевод микроорганизмов в диспергационный аэрозоль позволяет его собирать в фильтр, который затем уничтожается.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом:

- измеряют температуру и относительную влажность воздушной среды в непосредственной близости от поверхности элементов жилых отсеков космической станции;
- фиксируют зоны поверхности элементов, имеющие температуру не выше температуры точки росы;
- составляют карту таких зон для всех штатных ориентаций космической станции относительно Солнца;
- периодически через интервалы времени, равные времени развития микроорганизмов (например, для колонии гриба это время согласно ГОСТ 9.049-91 составляет 14 суток), облучают выявленные зоны с конденсатом ультразвуком с частотой более 29 кГц и уровнем облучения более 150 дБ (как определено экспериментом, при частоте менее 29 кГц сложно достигнуть требуемого уровня ультразвукового облучения и гибели микроорганизмов) в течение времени перевода микроорганизмов в диспергационный аэрозоль;
- одновременно удаляют образовавшийся диспергационный аэрозоль с помощью специального сборника конденсата с фильтром;
- после чего фильтр с собранным диспергационным аэрозолем изолируют и уничтожают (например, помещают фильтр в корабль «Прогресс», который после завершения этапа работ отстыковывают от космической станции, и он прекращает свое существование).

Данное техническое решение по сравнению с прототипом позволит обеспечить надежную защиту конструкции модулей космической станции от микроорганизмов-биодеструкторов, вызывающих биокоррозию, и в конечном итоге предотвратить утечки атмосферы и рабочих компонентов систем жизнеобеспечения из обитаемых модулей, которые могут возникнуть в очагах коррозии, далее приводятся результаты проведения работ по исследованию подавления биодеструкторов при помощи ультразвука высокой интенсивности и последующего обеззараживания воздуха.

Цель эксперимента

Цель эксперимента - исследование возможности при помощи излучателя ультразвука высокой интенсивности (частота 29 кГц, уровень звукового давления 150 дБ) подавлять развитие биодеструкторов путем отделения грибных структур от поверхности металла, перевода в аэрозольную фазу суспензии бактерий и грибов,

находящихся в жидкой фазе, с последующим сбором аэрозоля с помощью бортового сборника конденсата с фильтром.

Установка и схема проведения эксперимента

5 Эксперимент проводился следующим образом. Излучатель ультразвуковых колебаний высокой эффективности создавал непрерывные ультразвуковые колебания на частоте 29 кГц при уровне звукового давления (амплитуде) 150 дБ. Ультразвуковые колебания распространяются первоначально по воздуху на расстоянии (1-1,5) см от поверхности жидкости и затем в суспензии и достигают поверхности образца. Время
10 воздействия ультразвуком составляло (5-10) секунд. Излучатель ультразвука был оснащен специальным рупором, позволяющим собирать мелкодисперсную фазу и ее инактивировать.

Для исследований были выбраны штаммы бактерий и грибов, выделенные из среды обитания ОС «Мир»:

- 15
- грибов *Aspergillus versicolor*;
 - грибов *Penicillium expansum*;
 - бактерий *Bacillus pumilus*.

Порядок проведения эксперимента

20 1. Воздействие ультразвуком на жидкость с бактериями, нанесенную на образец.

1.1. Нанесение на поверхность алюминиевого образца 0,5 мл жидкости с находящимися в ней бактериями.

1.2. Воздействие ультразвуком высокой интенсивности на жидкость в течение (5-10) секунд.

25 1.3. Смыв капель жидкости со стенок бюкса и с алюминиевого образца и посев на соответствующие питательные среды для анализа колониеобразующих единиц (КОЕ) бактерий.

Результаты приведены в таблице 1.

30 2. Воздействие ультразвуком на образец, обросший грибами и бактериями.

2.1. Воздействие ультразвуком высокой интенсивности в течение (5-10) секунд на образец алюминия, обросший грибами и бактериями.

2.2. Смыв капель жидкости со стенок бюкса и с алюминиевого образца и посев на соответствующие питательные среды для анализа КОЕ бактерий.

35 Результаты приведены в таблице 2.

3. Воздействие ультразвуком на жидкость с микроорганизмами, нанесенную на образец, и последующая работа бортового сборника конденсата с фильтром.

40 3.1. Нанесение 0,5 мл жидкости на поверхность алюминиевого образца с находящимися в ней микроорганизмами.

3.2. Воздействие ультразвуком высокой интенсивности на жидкость в течение (5-10) секунд.

3.3. Работа бортового сборника конденсата с фильтром с момента начала озвучивания жидкости.

45 3.4. Отбор проб воздуха пробоотборником после проведения озвучивания жидкости.

3.5. Смыв капель жидкости со стенок бюкса и с алюминиевого образца и посев на соответствующие питательные среды для анализа КОЕ грибов.

50 Результаты приведены в таблице 3.

4. Воздействие ультразвуком на образец, обросший грибами и бактериями, и последующая работа бортового сборника конденсата с фильтром.

4.1. Воздействие ультразвуком высокой интенсивности в течение (5-10) секунд на

образец алюминия, обросший грибами и бактериями.

4.2. Работа бортового сборника конденсата с фильтром с момента начала озвучивания образца.

4.3. Отбор проб воздуха пробоотборником после проведения озвучивания образца.

4.4. Смыв капель жидкости со стенок бьюкса и с алюминиевого образца и посев на соответствующие питательные среды для анализа КОЕ грибов.

Результаты приведены в таблице 4.

5. Воздействие ультразвуком на образец, обросший грибами и бактериями, с добавлением жидкости и без добавления жидкости.

5.1. Воздействие ультразвуком высокой интенсивности в течение (5-10) секунд на образец алюминия, обросший грибами, с добавлением жидкости и без.

5.2. Смыв капель жидкости с алюминиевого образца и посев на соответствующие питательные среды для анализа КОЕ грибов.

Результаты приведены в таблице 5.

6. Воздействие ультразвуком на образец, обросший грибами и бактериями, с видимой влагой на поверхности.

6.1. Воздействие ультразвуком высокой интенсивности в течение (5-10) секунд на образец алюминия, обросший грибами и бактериями с видимой влагой на поверхности.

6.2. Смыв капель жидкости с алюминиевого образца и посев на соответствующие питательные среды для анализа КОЕ грибов. Результаты приведены в таблице 6 и на чертеже.

Выводы

Результаты проведенного эксперимента показывают, что при воздействии ультразвуком высокой интенсивности (частота 29 кГц, уровень звукового давления 150 дБ) в течение (5-10) секунд на жидкость на поверхность алюминиевого образца с находящимися в ней микроорганизмами, также как и на образец алюминия, обросший грибами и бактериями, численность бактерий и грибов на стенках бьюкса и образцах уменьшается более чем на 2 порядка. В соответствии с непараметрическими методами медицинской статистики разброс количества микроорганизмов более чем на 2 порядка считается достоверным. Таким образом, совместное действие ультразвука высокой интенсивности и сборника конденсата с фильтром приводит к достоверному уничтожению биодеструкторов.

Примечание

При воздействии же ультразвуком с частотой 29 кГц и пониженным до 140 дБ уровнем звукового давления достичь аналогичных результатов удалось лишь через 50 минут данного воздействия на поверхность. То есть такое длительное воздействие является неэффективным по энергопотреблению и неблагоприятным с точки зрения воздействия на экипаж станции, а также на интерьер станции в течение длительного времени.

Литература

1. Новикова Н.Д. и др. «Микробиологические аспекты формирования среды обитания пилотируемых космических объектов». Научные аспекты экологических проблем России. М., 2002 г., т.1, с.582-586, Викторов А.Н. и др. «Микрофлора кабин пилотируемых космических объектов и проблема биоповреждений используемых в них конструкционных материалов». Авиакосмическая и экологическая медицина, 1992 г., т.26, №3, с.41-48.

2. Патент РФ №2108113, 1996 г.

3. Л.Бергман. «Ультразвук». М.: Издательство иностранной литературы, 1957 г.

4. Поляков И.В., Соколов Н.С. Практическое пособие по медицинской статистике. Л.: Медицина, 1975 г.

5. Рунион Р. Справочник по непараметрической статистике. М.: Финансы и статистика, 1982 г.

5

Таблица 1

Воздействие на бактерии. Снижение содержания колониобразующих единиц бактерий при воздействии ультразвука и бортового сборника конденсата с фильтром, КОЕ/мл

Место отбора проб	Исходная численность бактерий	Численность бактерий после воздействия ультразвука и сборника конденсата с фильтром
Стенка бьюкса		$(1,0 \pm 0,6) \times 10^5$
Алюминиевый образец	$(8,0 \pm 0,2) \times 10^7$	$(2,0 \pm 0,1) \times 10^4$

10

Таблица 2

Воздействие на бактерии. Снижение содержания колониобразующих единиц бактерий при воздействии ультразвука и бортового сборника конденсата с фильтром на развитую бактериально-грибную ассоциацию (при исходном видимом росте микроорганизмов на поверхности алюминия), КОЕ/мл

15

Место отбора проб	Исходная численность бактерий	Численность бактерий после воздействия ультразвука и сборника конденсата с фильтром
Стенка бьюкса	$(5,6 \pm 0,4) \times 10^6$	$(4,0 \pm 0,6) \times 10^4$
Алюминиевый образец		$(2,8 \pm 0,5) \times 10^4$

20

Таблица 3

Воздействие на грибы. Снижение содержания колониобразующих единиц грибов при воздействии ультразвука и бортового сборника конденсата с фильтром на бактериально-грибную суспензию, КОЕ/мл

25

Место отбора проб	Исходная численность грибов	Численность грибов после воздействия ультразвука и сборника конденсата с фильтром
Стенка бьюкса	$(8,6 \pm 0,2) \times 10^6$	$(7,0 \pm 0,2) \times 10^4$
Алюминиевый образец		$(8,0 \pm 0,3) \times 10^4$

Таблица 4

Воздействие на грибы. Снижение содержания колониобразующих единиц грибов при воздействии ультразвука и бортового сборника конденсата с фильтром на развитую бактериально-грибную ассоциацию (при исходном видимом росте микроорганизмов на поверхности алюминия), КОЕ/мл

30

Место отбора проб	Исходная численность грибов	Численность грибов после воздействия ультразвука и сборника конденсата с фильтром
Стенка бьюкса	$(1,4 \pm 0,2) \times 10^6$	$(8,5 \pm 1,2) \times 10^3$
Алюминиевый образец		$(9,0 \pm 1) \times 10^3$

35

Таблица 5

Воздействие на грибы. Снижение содержания колониобразующих единиц грибов при воздействии ультразвука на развитую грибную ассоциацию (при исходном видимом росте на поверхности алюминия), КОЕ/мл

40

Характеристика роста культуры	Вид гриба	Контроль	УЗ воздействие	
			без добавления жидкости	с добавлением жидкости
Без высыхания конденсата атмосферной влаги (КАВ), без белого налета	<i>Penicillium expansum</i>	$1,5 \times 10^6$		Культура не обнаружена (колония гриба удалена)
	<i>Aspergillus versicolor</i>	$1,5 \times 10^5$		$1,0 \times 10^1$
Характеристика роста культуры	Вид гриба	Контроль	УЗ воздействие	
			без добавления жидкости	с добавлением жидкости
С высыханием КАВ, с белым налетом	<i>Penicillium expansum</i>	$4,0 \times 10^5$	$7,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
	<i>Aspergillus versicolor</i>	$3,0 \times 10^5$	$3,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$

50

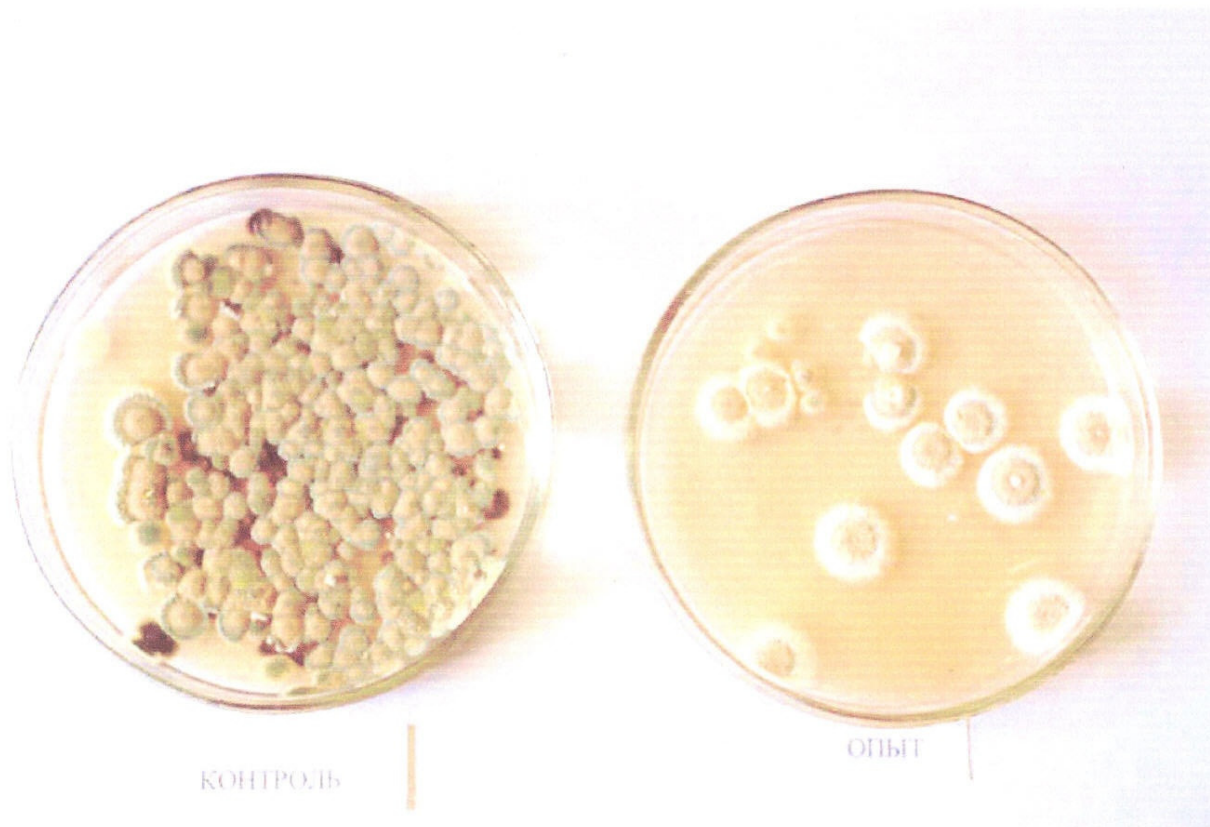
Воздействие на грибы и бактерии. Снижение содержания колониеобразующих единиц грибов и бактерий при воздействии ультразвука на развитую бактериально-грибную ассоциацию (при исходном видимом росте микроорганизмов и видимой влаге на поверхности), КОЕ/мл

Характеристика роста культуры	Вид гриба	Контроль	УЗ воздействие
Без высыхания КАВ, без белого налета	<i>Penicillium expansum</i>	$3,0 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$
	<i>Aspergillus versicolor</i>	$1,0 \times 10^5$	$2,5 \times 10^6$
	<i>Bacillus pumilus</i>	$4,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^3$

Формула изобретения

Способ разрушения микроорганизмов-биодеструкторов на поверхностях объектов в жилых отсеках космической станции, включающий ультразвуковое облучение упомянутых поверхностей, отличающийся тем, что предварительно измеряют температуру и относительную влажность воздушной среды в непосредственной близости от поверхности элементов жилых отсеков космической станции и фиксируют зоны поверхности элементов, имеющие температуру не выше температуры точки росы, составляют карту таких зон для всех штатных ориентаций космической станции относительно Солнца, периодически через интервалы времени, равные длительности развития микроорганизмов, производят облучение этих зон ультразвуком с частотой более 29 кГц и уровнем облучения более 150 дБ в течение времени, необходимого для перевода конденсата с микроорганизмами в диспергационный аэрозоль, затем удаляют образовавшийся диспергационный аэрозоль из воздушной среды облученных зон, засасывая воздух среды облученных зон через фильтр, после чего фильтр с собранным диспергационным аэрозолем уничтожают.

**Результаты эксперимента в обеспечение выбора параметров
ультразвуковых средств и способов подавления биодеструкторов**



Частота излучателя ультразвуковых колебаний 29 кГц, уровень звукового давления 150 дБ, время воздействия 10 с.