

# КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ КОНТРОЛЕ БИООПАСНОСТИ

А.А. Тронин

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр  
экологической безопасности РАН (НИЦЭБ РАН),  
197110, Санкт-Петербург, Корпусная, 18, e-mail: tronin@at1895.spb.edu, т. (812)-230-78-34.*

Использование космических методов для контроля биобезопасности идёт по двум направлениям: 1) биобезопасности, связанные с человеком и животными и 2) биобезопасности, связанные с растительностью. К первому направлению относятся работы по контролю распространения малярийного комара, иксодового клеща и грызунов. Ко второму направлению относятся работы по контролю за вредителями сельскохозяйственных культур и леса. В первую очередь это относится к саранче. Оба эти направления близки, так как изучается жизнедеятельность главным образом насекомых. Условия обитания насекомых определяются главным образом температурой окружающей среды, влажностью и наличием растительности. Все эти параметры в настоящее время измеряются с помощью космических средств. Спутники Terra/Aqua предоставляют информацию о температуре и влажности поверхности, объёме биомассы, которая может быть использована для мониторинга численности вредных насекомых и их миграции. Некоторые проблемы, такие как определение влажности поверхности под пологом леса, до сих пор не решены.

В ряду опасностей, угрожающих устойчивому развитию человечества, таких как геоопасности, опасности техногенных катастроф, загрязнение окружающей среды и другие, биобезопасность представляет собой одну из актуальных проблем современности. БИООПАСНОСТЬ – это опасность для человека, животных или окружающей среды исходящая от биологических агентов. Биобезопасность можно разделить на несколько видов по объекту воздействия биологических агентов: опасность для человека, животных, сельскохозяйственных культур и дикой природы. В данной работе будут рассмотрены возможности использования дистанционных, в первую очередь космических, методов контроля биобезопасности. Далее будут рассмотрены только те биобезопасности, для контроля которых целесообразно использование дистанционных методов.

Биологическую опасность для человека в первую очередь представляют инфекционные заболевания. Для многих заболеваний характерно инфицирование человека через промежуточного носителя – насекомое или животное. Так наиболее опасные инфекционные заболевания и их носители приведены в таблице 1.

Таблица 1. Инфекционные заболевания и их носители.

<b>Заболевание</b>	<b>Промежуточный носитель</b>
Геморрагические лихорадки	Мышевидные грызуны и иксодовые клещи
Малярия	Кровососущие самки комара рода анофелес
Туляремия	Зайцы, кролики, водяные крысы, полевки
Чума	Сурки, суслики, песчанки, блохи
Энцефалит клещевой и болезнь Лайма	Мыши, крысы, бурундуки и иксодовые клещи

Биобезопасность для сельскохозяйственных угодий представляют различные виды насекомых, в первую очередь саранчовые, совки, клопы, клещи и т.д. Также большой ущерб сельскому хозяйству наносят септориозные и ржавчинные болезни растений. Для бореальных лесов наибольшую угрозу представляют сибирский шелкопряд, сосновая пяденица, чёрный пихтовый усач, короед-типограф и другие. Пути распространения биобезопасности представлены на рисунке. Для животных и человека - главным образом через насекомых и грызунов. Для растений насекомые сами по себе представляют биобезопасность, хотя они также являются переносчиками болезней растений. Таким образом, можно определить основных носителей биобезопасности – это насекомые, грызуны и грибы.

Любые живые организмы зависят от окружающей среды и изменения её параметров. Основные параметры окружающей среды, оказывающие влияние на насекомых, грызунов и грибы приведены в таблице 2.

Таблица 2. Основные параметры окружающей среды.

	<b>температура</b>	<b>влажность</b>	<b>растительность</b>
Насекомые	+	+	+
грызуны	+/-	+/-	+
грибы	+	+	-

Таким образом, можно отметить, что температура и влажность почвы и воздуха являются важнейшими параметрами окружающей среды, определяющие жизнедеятельность насекомых, грызунов и грибов. Следует отметить, что грызуны, как теплокровные значительно более устойчивы к изменениям окружающей среды.

Для определения перечисленных параметров окружающей среды в настоящее время существует целый ряд систем дистанционного зондирования. Некоторые из этих систем перечислены в таблице 3.

Таблица 3. Спутниковые системы для определения важнейших параметров окружающей среды.

	параметры	Landsat	NOAA/ DMPS	GEOS	EOS
температура	почвы	TM	AVHRR	Imager	MODIS
	воздуха	-	TOVS	-	AMSR, AIRS
влажность	почвы	-	-	-	AMSR
	растительности	-	-	-	AMSR
	воздуха	-	TOVS, SSM/I	Imager, Sonder	AMSR, AIRS
растительность	вегетационные индексы	TM	AVHRR	Imager	MODIS
тип покрытия	тип покрытия, тип почвы, ландшафт	TM	AVHRR	Imager	MODIS

Из всех параметров, перечисленных в таблице 3, наибольшую трудность представляет определение влажность почвы. До сих пор эта проблема не была решена, и лишь в самое последнее время микроволновая система AMSU/AMSR на спутниковой системе EOS позволила определять влажность почвы и растительного покрова.

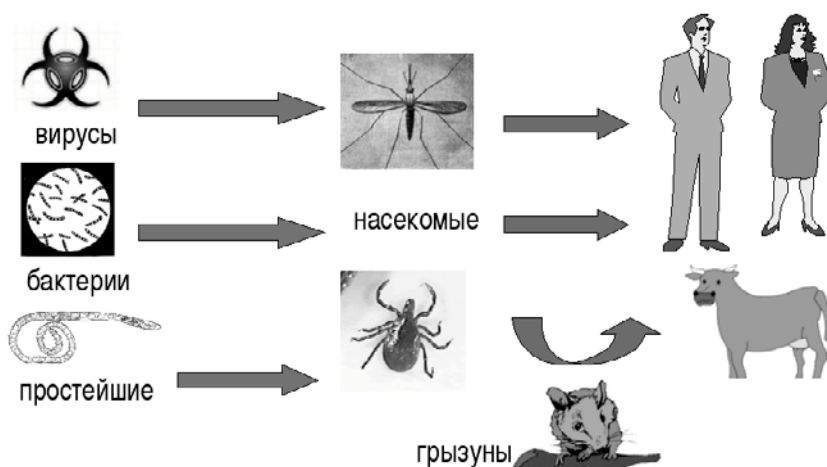


Рис. 1. Основные пути заражения человека и животных.

В настоящее время известны несколько примеров использования спутниковых данных для контроля различных биоопасностей. Для анализа распространения болезни Лайма в некоторых районах США были использованы данные Landsat TM [1,2,3]. Анализ основывался на классификации типов лесов по спутниковым данным. В Бангладеш выполнены исследования по анализу температуры и мутности морской воды по данным AVHRR/NOAA для контроля холеры [4]. Обширный материал накоплен по применению данных системы Landsat TM в Юго-Восточной Азии и Латинской Америке для контроля распространения малярии [5,6,7]. В основе методики лежит картирование болот, как мест размножения комара анофелеса. В России и Китае проведены исследования по картированию лесов, поражённых сибирским шелкопрядом, короедом-типографом и другими вредителями леса [8,9]. Исследования основываются главным образом на изменении вегетационного индекса и спектральных свойств леса. Большой объём исследований выполняется по применению дистанционных методов для контроля развития саранчовых. Главным образом эти исследования сосредоточены в Организации ООН по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО/FAO) [10,11,12]. Здесь главное внимание уделяется картированию вегетационного индекса.

Дистанционные методы могут быть эффективно использованы для контроля некоторых видов биоопасностей. В условиях России наиболее эффективно использование дистанционных методов при контроле распространения чумы, геморрагических лихорадок, клещевого энцефалита и болезни Лайма. Необходимы исследования по применению космических методов для контроля малярии и холеры. Необходимо поставить вопрос о разработке методик и аппаратуры для дистанционного измерения влажности почвы и растительности под покровом леса. Это необходимо как для контроля распространения иксодовых клещей - носителей клещевого энцефалита, так и для прогноза пожароопасности. Последние достижения в измерении

влажности почвы позволяют провести исследования по спутниковому мониторингу распространения саранчовых и других сельскохозяйственных вредителей.

### Литература

1. *Dister S.W., Beck L.R., Wood B.L., Falco R., Fish D.* The use of GIS and remote sensing technologies in a landscape approach to the study of Lyme disease transmission risk // Proceedings of GIS '93: Geographic Information Systems in Forestry, Environmental and Natural Resource Management; 1993 Feb 15-18; Vancouver, B.C., Canada. 1993.
2. *Dister S.W., Fish D., Bros S., Frank D.H., Wood B.L.* Landscape characterization of peridomestic risk for Lyme disease using satellite imagery // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1997;57:687-92.
3. *Kitron U., Kazmierczak J.J.* Spatial analysis of the distribution of Lyme disease in Wisconsin // *Am. J. Epidemiol.* 1997;145:558-66.
4. *Lobitz B., Beck L., Huq A., Wood B., Fuchs G., Faroque A.S.G., et al.* Climate and infectious disease: Use of remote sensing for detection of *Vibrio cholerae* by indirect measurement // *Proc National Academy Sciences* 2000;97:1438-43.
5. *Hayes R. O., et. al.,* Detection Identification and Classification of mosquito larval habitats Using Remote Sensing Scanners in earth orbiting Satellites // *Bull WHO* 1985; 63:361-374.
6. *Thomson MC, Connor SJ, Milligan PJM, Flasse SP.* The ecology of malaria-as seen from Earth-observation satellites // *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 1996;90:243-64.
7. *Beck L.R., Rodríguez M.H., Dister S.W., Rodríguez A.D., Washino R.K., Roberts D.R., et al.* Assessment of a remote sensing based model for predicting malaria transmission risk in villages of Chiapas, Mexico // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1997;56:99-106.
8. *He Xiaoyun, Chen Gang and Hu Deyong.* The Application of Database in Monitoring Pine Caterpillar Damage Using Satellite Remote Sensing // GISdevelopment.net, AARS, ACRS 1997 Disasters, 1997.
9. *Прудатко В.И., Шмена Ю.Н.,Ищук А.А..* Опыт применения ERDAS Imagine для анализа изменений лесов горного Крыма в 1998-2001 с использованием снимков Landsat //Материалы Пятой Международной Конференции "Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием", 27-31 мая 2002 года, Партенит (АР Крым). CD – ECOMM, 2002.
10. *Hielkama, J.U., Roffey, J., Tucker, C.J.* Assessment of ecological conditions associated with the 1980/81 desert locust plague upsurge in West Africa using environmental satellite data // *International Journal of Remote Sensing*, 1986, 7 (11): 1609-1622.
11. *McCulloch, L. and Hunter, D. M.* Identification and monitoring of Australian plague locust habitats from Landsat // *Rem. Sens. Envir.*, 1983, 13: 95-102.
12. Report of the Seventh Session of the DESERT LOCUST CONTROL COMMITTEE TECHNICAL GROUP Rome, Italy 12 – 15 June 2000 Plant Production and Protection Division, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome 2000.