

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Кольтовер В.К.

Институт проблем химической физики РАН, Россия, 142432, Московская область,  
Черноголовка, E-mail: koltover@icp.ac.ru

В технике надежность (reliability) определяется как свойство объекта выполнять заданную функцию в течение заданного времени в заданных условиях. Основы математической теории надежности были заложены в 50-х годах 19-го века в связи с проблемами авиационно-ракетной техники, связи и управления и др. Биосистемы на всех уровнях организации подвержены воздействию случайных факторов. Поэтому, подобно техническим системам, биосистемы функционируют с ограниченной надежностью, т.е. на всех уровнях организации нормальное функционирование чередуется со случайными нарушениями в работе – отказ или сбой. Проблематика надежности включает вопросы классификации и систематизации отказов, исследования биофизических механизмов отказов в работе нанореакторов и механизмов реализации этих отказов в системных функциональных нарушениях, исследования процессов восстановления, разработку методов испытаний и прогнозирование надежности и т.д. Исследования в этой области были инициированы в СССР конференциями, начиная с первой, Киев, 1975, и сборниками материалов этой и других конференций, организованных комиссией «Надежность биологических систем» при Научном совете по проблемам биологической физики АН СССР, в состав которой входили выдающиеся биофизики. Эти работы спустя четверть века стимулировали аналогичные исследования под термином «robustness» за бывшим «железным занавесом» (Kitano, 2004). Проблема надежности имеет прямое отношение к старению и устойчивости биосистем к факторам окружающей среды, в том числе, к ионизирующему излучению. Старение происходит как неизбежное следствие генетически запрограммированного дефицита надежности биомолекулярных конструкций, тогда как свободно-радикальный редокс-таймер, локализованный в специализированных нейронах центральной нервной системы, служит эффективным стохастическим механизмом реализации генетической программы. Системная теория надежности служит также эвристической методологией для биомедицинских приложений, в том числе, для разработки новых геропротекторов и радиопротекторов.

## Литература

1. *Koltover V.K.* Reliability concept as a trend in biophysics of aging // *J. Theor. Biol.* **184**. 1997. Pp. 157-163.
2. *Kitano H.* Biological robustness // *Nat. Rev. Genet.* **5**. 2004. Pp. 826-837.
3. *Koltover V.K.* Theory of reliability in systems biology: aging versus reliability. In: *Recent Advances in Systems Biology Research*. – New York: Nova Science Publ., 2014. Pp. 109-129.
4. *Koltover V.K.* Antioxidant therapy of aging: from free radical chemistry to systems theory of Reliability. In: *Anti-Aging Drugs: from Basic Research to Clinical Practice*. – Cambridge (UK): Royal Society of Chemistry Publ., 2017. Pp. 184-204.