

«Утверждаю»

Проректор – начальник управления научной политики



МГУ имени М.В. Ломоносова

А.А. Федянин

«07» 02 2022 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» на диссертационную работу Чайки Владимира Викторовича «Влияние разных типов наночастиц на устойчивость организмов с разным уровнем организации с целью определения их ответных реакций и порога устойчивости», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.15. — экология

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию воздействия широкого ряда наноматериалов (5 видов цеолитов, 2 вида УНТ, 2 вида УНВ, 2 вида «кремниевых» нанотрубок, по одному виду наночастиц золота, диоксида титана, сульфидов цинка и кадмия) на представителей экосистем всех уровней организации (микроводоросли, моллюски, ракообразные, насекомые, иглокожные, млекопитающие), представляется высоко актуальным и имеющим большое значение для развития представлений о характере воздействия продукции нанотехнологий на биоценоз, как целостную систему, и о возникающих при этом рисках.

Диссертация В.В. Чайки построена по традиционному плану, изложена на 289 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы «Материалы и методы», 4 глав результатов собственных исследований, одной главы, в которой проводится обсуждение полученных результатов, восьми выводов и списка цитируемой литературы, включающего 584 источника. Диссертация иллюстрирована 46 таблицами и 109 рисунками.

Введение демонстрирует актуальность проведенного диссертационного исследования, здесь сформулированы цели и задачи, степень новизны, практическая значимость работы и показан личный вклад автора.

В первой главе приведен обзор литературы, состоящий из двух разделов. В первом из них дается общая характеристика современного состояния наноиндустрии, излагаются основные принципы и методы нанотоксикологических исследований. Во втором разделе проведен анализ данных научной литературы о воздействии различных видов наноматериалов на компоненты экосистем. Содержание обзора литературы позволяет обосновать основные направления проводимого исследования, его цели и задачи.

В разделе «Материалы и методы» приведены сведения об объеме исследования, дизайне экспериментов на микроводорослях, беспозвоночных и млекопитающих, дана физико-химическая характеристика использованных в работе наноматериалов, включая природные наноматериалы — цеолиты, УНТ, УНВ, наночастицы диоксида титана, золота, сульфидов цинка и кадмия, минеральные (кремний-оксидные) нанотрубки, изложены методы исследования, включая экотоксикологические (изучение развития и репродуктивной функции водных организмов), морфологические (гистохимические, конфокальной-микроскопические), физико-химические (комбинационное лазерное светорассеяние), иммунохимические, физиологические (оценка поведенческих реакций).

В главе 3 собственных исследований представлены результаты изучения физико-химических свойств углеродных, металлических и минеральных наночастиц, включая структуру нанообъектов, способность к агрегации.

В главе 4 описаны результаты экспериментов по влиянию углеродных наноматериалов (УНТ и УНВ) на биологические объекты различного уровня организации. Представлены данные об ответных реакциях микроорганизмов (микроводорослей), иглокожих (морские ежи *Scaphechinus Tirabilis* на эмбриональной и личиночной стадии развития), раков-бокоплавов (*Gammarus sp.*), двустворчатых моллюсков (*Modiolus modiolus*, *Crenomytilus grayanus*,

*Arca boucardi*); насекомых (*Diamesa sp.*, *Drunella cryptomeria*, *Alloperla deminuta*), млекопитающих (крыс и мышей) на несколько видов углеродных наноматериалов. Приведены данные о влиянии перорально вводимых углеродных наноматериалов на поведенческие реакции у крыс.

В главе 5 представлены результаты собственных исследований по ответным реакциям различного таксономического положения видов и уровня морфологической организации на воздействие наночастиц на основе металлов (диоксида титана, металлического золота, сульфидов цинка и кадмия). Объектами исследования были микроводоросли, эмбрионы и личинки морских ежей, гемолимфа моллюсков, организмы и отдельные ткани насекомых. Проведены исследования воспаления неорганических наноматериалов после их введения в организм мышей.

В главе 6 описаны ответные реакции микроорганизмов, беспозвоночных и млекопитающих на введение искусственных минеральных (кремневых) наночастиц, таких как кремневые нанотрубки и природные материалы (цеолиты), произведенные из пяти природных минеральных источников. Для исследований были использованы эмбриологические, морфологические (гистохимические) методы оценки состояния биологических объектов.

В главе 7 обсуждение полученных экспериментальных результатов, выявлены общие закономерности воздействия исследованных наночастиц на организмы с разным уровнем организации, а также представлены рекомендации к изменению существующих норм и методов контроля наноматериалов, воздействующих на объекты окружающей среды.

Выводы к диссертационной работе В.В. Чайки сформулированы в 8 пунктах. Выводы информативны, конкретны, соответствуют поставленным задачам исследования и отражают все основные полученные результаты.

Результаты исследований и основополагающие выводы диссертационной работы обсуждены на научно-теоретических и научно-практических конференциях и симпозиумах. Полученные в ходе исследования результаты и накопленный автором научно-методический потенциал заслуживают внед-

рения в образовательные программы по специальностям, связанным с обеспечением безопасности наноиндустрии и нанотехнологической продукции.

В качестве замечаний по работе можно указать следующие:

1. Заголовок раздела «Литературный обзор» не корректен. Данный раздел является по содержанию «Обзором литературы»
2. В разделе «Введение» автор не отражает в полной мере нынешнего состояния оценки безопасности наноматериалов, существующей в настоящее время в Российской Федерации.
3. В главе 1 отсутствует какое-либо заключение по всей проанализированной литературе. Непонятна позиция автора по вопросам о степени изученности экотоксикологических свойств различных наноматериалов, какие пробелы в знаниях существуют в данной области.
4. Замечания к главе 3 "Физико-химические свойства наночастиц, вовлеченных в исследование". Не приведена характеристика минеральных частиц (цеолитов) после дробления. Неудачный термин "кремниевые нанотрубки".
5. Не понятно каких дозах и с какой кратностью применяли УНТ и УНВ в экспериментах на мышах и крысах? Если УНТ вводили в составе корма, то какое было в нем их удельное содержание и как рассчитывали дозу?
6. Какую форму и распределение по размерам имели наночастицы золота, использованные в работе?
7. Из представленных автором данных следует что, цеолит вводили перорально мышам в дозе «3-5% от массы тела». Получается, что это очень высокая доза, порядка 30-50 г/кг массы тела, каким образом вещество в такой дозе вводили мышам.
8. Какие системные изменения в организме животного, вызываемые УНТ, отражаются на функции головного мозга и/или на развитии в нем воспаления? Каким может быть механизм влияния УНТ (и, в меньшей степени УНВ) на поведенческие реакции, если, как утвер-

ждается в работе, УНТ не проходят через гематоэнцефалический барьер?

По своей актуальности, научной новизне и научно-практической значимости, адекватности методических подходов, объёму выполненных исследований и достоверности полученных результатов, составу публикаций по теме исследования диссертационная работа В.В. Чайки «Влияние разных типов наночастиц на устойчивость организмов с разным уровнем организации с целью определения их ответных реакций и порога устойчивости» соответствует паспорту специальности 1.5.15. «экология», требованиям Разд.11, п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 N2 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 11.09.2021 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а диссертант — Чайка Владимир Викторович достоин присуждения искомой ученой степени доктора биологических наук.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры биофизики биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, протокол заседания №2 от 07 февраля 2022 года.

Ведущий сотрудник кафедры биофизики

биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

доктор биологических наук, профессор

Д.Н.Маторин

Зав. кафедрой биофизики биологического факультета МГУ

имени М.В.Ломоносова, чл.-корр. РАН

А.Б.Рубин

корпуса дачного



Handwritten signature of A.B. Rubina

Handwritten signature of A.B. Rubin