

# НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ В МЕДИЦИНЕ И ОНКОЛОГИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РИСКИ

А. Н. БЛИНОВ  
В. В. ПОЛЯКОВА  
И. А. СОКОЛОВ



**Л. Н. БЛИНОВ,  
В. В. ПОЛЯКОВА,  
И. А. СОКОЛОВ**

# **НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ В МЕДИЦИНЕ И ОНКОЛОГИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РИСКИ**

*Учебное пособие*



**ЛАНЬ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
МОСКВА  
КРАСНОДАР  
2022**

УДК 616-006

ББК 55.6я73

**Б 69**    **Блинов Л. Н.** Неорганические наноматериалы в медицине и онкологии: экологические аспекты и риски : учебное пособие для вузов / Л. Н. Блинов, В. В. Полякова, И. А. Соколов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 136 с. : ил. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-8114-9727-0**

В учебном пособии рассматриваются основные подходы, связанные с неорганическими наноматериалами и нанотехнологиями, используемыми в медицине и онкологии, на базе современных представлений об их экологических аспектах и рисках, возможностях негативного влияния *in vivo* и *in vitro* на человека, живую и неживую природу, окружающую среду.

Рассмотрены такие новые понятия, как наномедицина, нанотоксикология, нанориски, наноопасность, нанозотоксикология.

Приведенный в конце пособия список основной и дополнительной литературы может быть использован студентами и слушателями отделений и факультетов переподготовки специалистов при написании работ и рефератов по тематике пособия и его отдельных разделов.

Издание предназначено, прежде всего, для студентов физико-медицинских, биолого-химических, санитарно-гигиенических, экологических и других направлений и специальностей, изучаемых в политехнических, медицинских, технологических университетах и вузах в курсах «Химия», «Медицинская химия», «Экологическая химия», «Биохимия», «Экология» и др.

УДК 616-006

ББК 55.6я73

**Обложка**  
**Ю. В. ГРИГОРЬЕВА**

© Издательство «Лань», 2022

© Коллектив авторов, 2022

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2022

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Риски. Экологические риски и опасности .....</b>	<b>4</b>
1.1. Определение риска .....	5
1.1.1. Опасность и риск .....	6
1.1.2. Опасность экологического риска .....	8
1.1.3. Нанотехнологии и наноматериалы.....	10
1.1.4. Наносостояние вещества .....	10
1.1.5. Экологические риски производства наноматериалов .....	13
1.2. Нанотехнологии и здоровье человека .....	15
1.3. Нанотоксикология и нанозотоксикология.....	19
1.3.1. Нанотоксикология — новый раздел медицинской науки.....	20
1.4. Причины возникновения риска воздействия наноматериалов на здоровье человека и экосистему в целом.....	23
1.4.1. Наличие источников рисков .....	23
1.4.2. Потенциальная подверженность человека и других живых организмов воздействию наночастиц.....	24
1.4.3. Оценка риска с учетом жизненного цикла наноматериалов .....	24
1.4.4. Страхи человека, связанные с нанотехнологиями.....	26
1.5. Сходства и различия в токсичных свойствах наночастиц и других химических веществ .....	27
1.6. Нормативные правила, подходы, тенденции .....	29
<b>Глава 2. Риски наноматериалов и нанотехнологий в медицине и онкологии.....</b>	<b>36</b>
2.1. Общая характеристика новых свойств и поведения наноматериалов.....	36
2.2. Особенности оценки риска изготовления и использования наноматериалов.....	37
2.3. Анализ данных о безопасности получения и использования наноматериалов.....	38
2.4. Экологические риски и проблемы получения и применения наноматериалов .....	40
2.4.1. Экологические проблемы и риски — новый подход в методологии.....	41
2.4.2. Определение, классификация и области применения наноматериалов.....	44
2.4.3. Ключевые проблемы нанотоксикологии и приоритетные задачи .....	44
2.4.4. Общая характеристика биологического действия наноматериалов .....	46
2.5. Перенос наночастиц в организме человека и в окружающей среде.....	47
2.5.1. Источники поступления наночастиц в окружающую среду .....	49
2.5.1.1. Природные источники .....	49
2.5.1.2. Антропогенные источники .....	49
2.5.2. Пути поступления наночастиц в организм человека. Схемы их миграции.....	51

2.6. Проблемы и риски обеспечения безопасности нанотехнологий и наноматериалов .....	57
2.7. Некоторые выводы по оценке риска использования нанообъектов .....	58
<b>Глава 3. Исследование наноматериалов и нанотехнологий по их влиянию на окружающую среду и человека.....</b>	<b>60</b>
3.1. Физико-химические методы исследования .....	60
3.2. Обобщение опасностей нанотехнологий и путей их решения.....	62
3.2.1. Специфические опасности .....	62
3.2.2. Неспецифические опасности.....	66
3.2.3. Основные принципы контроля за развитием наносферы и наноиндустрии.....	66
3.2.4. Воздействие наночастиц на организм и механизмы проникновения нанообъектов внутрь живой клетки .....	68
3.2.4.1. Результаты воздействия наночастиц на организм.....	68
3.2.4.2. Механизмы проникновения нанообъектов внутрь живой клетки .....	68
3.3. Биологические эффекты влияния нанообъектов .....	68
3.4. Конкретные примеры воздействия наночастиц .....	71
3.4.1. Наночастицы серебра могут привести к бесплодию .....	71
3.4.2. Наночастицы могут вызвать рак.....	71
3.4.3. Влияние квантовых точек на организм человека .....	73
3.4.4. Существует ли избирательная токсичность на наноуровне? .....	74
<b>Глава 4. Нанотехнология и наномедицина — проблемы безопасности.....</b>	<b>78</b>
4.1. О безопасности нанотехнологий в здравоохранении .....	81
4.2. Экологические аспекты использования наночастиц в онкологии .....	82
4.2.1. Методы исследования токсичности наночастиц .....	82
4.2.2. Недостатки используемых магнитных наночастиц.....	83
4.2.3. Токсичность наночастиц на основе железа .....	85
4.2.4. О влиянии наночастиц золота.....	85
<b>Глава 5. Нормативно-правовое законодательство, имеющее отношение к наноматериалам и нанотехнологиям в России и за рубежом .....</b>	<b>87</b>
5.1. Федеральные законы РФ .....	91
5.2. Постановления Правительства РФ .....	92
5.3. Постановления Государственного комитета РФ по статистике.....	92
5.4. Документы Министерства природных ресурсов России .....	92
5.5. Документы Ростехнадзора .....	93
<b>Заключение .....</b>	<b>95</b>
<b>Глоссарий основных понятий и терминов.....</b>	<b>97</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>121</b>