

Белорусский государственный университет  
ГУО «Институт повышения квалификации  
и переподготовки в области технологий информатизации  
и управления»

А. А. Волчек, Л. В. Образцов, П. В. Шведовский

# ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по экологическому образованию в качестве пособия  
для студентов учреждений высшего образования,  
обучающихся по специальности 1-33 01 07  
«Природоохранная деятельность (по направлениям)»*

Минск  
РИВШ  
2015

УДК 502.171(075.8)

ББК 20.18

В68

**Рецензенты:**

зав. кафедрой географии Беларуси Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина, доктор геолого-минералогических наук, профессор *М. А. Богдасаров*;

зав. лабораторией озераведения, профессор кафедры геоэкологии Белорусского государственного университета, доктор географических наук *Б. П. Власов*

**Волчек, А. А.**

**В68** Оценка воздействия на окружающую среду : учеб. пособие / А. А. Волчек, Л. В. Образцов, П. В. Шведовский. – Минск : РИВШ, 2015. – 194 с.

ISBN 978-985-500-832-4.

В учебном пособии освещаются теоретические и прикладные проблемы при решении задач в области оценки и прогнозов воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду.

Предназначено для студентов высших учебных заведений по специальности «Природоохранная деятельность», а также «Мелиорация и водное хозяйство» и практическим работникам в области водохозяйственного строительства, природообустройства и природопользования.

**УДК 502.171(075.8)**

**ББК 20.18**

ISBN 978-985-500-832-4

© Волчек А. А., Образцов Л. В., Шведовский П. В., 2015

© Оформление. ГУО «Республиканский институт вышней школы», 2015

**Б И Б Л И О Т Е К А**  
Брестского государственного  
технического университета

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Основные понятия и определения.....	9
1. Классификация воздействий и их последствий .....	12
2. Особенности проявления воздействий опасных явлений и процессов природного характера.....	15
3. Особенности проявления воздействий опасных явлений и процессов техногенного характера.....	26
4. Концептуальные основы и пути оптимизации решения экологических проблем.....	36
5. Общие принципы перевода экологических проблем на язык математики .....	52
6. Методы статистической обработки данных и статистических прогнозов .....	83
6.1. Особенности обработки экспериментальных данных и данных наблюдений.....	83
6.2. Статистические методы прогнозов .....	99
6.3. Методы пространственного обобщения экологической информации .....	107
7. Общие вопросы теории и практики математического моделирования.....	120
7.1. Принципы и основы математического моделирования...	124
7.2. Процесс построения математической модели и ее реализация на ЭВМ.....	126
7.3. Принципы имитационного моделирования.....	131
8. Особенности разработки базисных моделей экологических задач .....	139
8.1. Базисные модели загрязнения окружающей среды.....	139
8.2. Базисные модели уровня режима речных потоков, половодий и паводков.....	148

---

8.3. Математическое моделирование катастрофических изменений в развитии процессов и систем .....	154
8.4. Особенности моделирования редких событий .....	159
<b>9. Особенности оптимизации в области принятия инженерных решений по минимизации последствий .....</b>	<b>165</b>
<b>10. Особенности математического моделирования локализационного управления негативными процессами...</b>	<b>176</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>192</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>193</b>

*Судьба людей и их воля не поддается расчетам. Однако математика может смягчить воздействие природы на человеческие судьбы и усилить эффект ответных реакций человечества.*

Д. ван Данцинг

## ВВЕДЕНИЕ

Человеческая деятельность является необходимым условием существования, процветания и развития общества. Но в процессе своей деятельности человек неизбежно воздействует на окружающую среду с нежелательными последствиями, т. е. в сфере взаимосвязи «человек – окружающая среда» всегда таятся неизбежные конфликты и множество экологических проблем.

Как показывает практика, чрезвычайные ситуации, вызванные техногенными катастрофами и экстремальными природными явлениями, представляют угрозу устойчивому экономическому развитию любой страны, ее национальной безопасности, а также приводят к снижению качества жизни народонаселения через ухудшение качества среды обитания.

Так, по данным научного Центра по катастрофам (Брюссель), природные катастрофы с 1965 по 2011 годы нанесли ущерб мировому сообществу на сумму более 600 млрд долл. При этом по мере развития экономики, роста численности населения создаются предпосылки формирования более уязвимой окружающей среды, в которой происходит постоянное увеличение техногенных аварий и природных стихийных бедствий (катастроф), сопровождающихся все большими, по своим размерам, экономическими ущербами. Только число пострадавших от них ежегодно увеличивается на 6 %. В мире постоянно увеличивается число крупнейших природных и техногенных катастроф с величиной ущерба, превышающей 1 % ВВП пострадавшей территории. Экономический ущерб от стихийных бедствий (по достаточно грубым подсчетам) в эти годы составил 63,2 млрд долл. (более 1 тыс. долл. в год на одного жителя) и в развивающихся странах – 23 млрд долл. (9 долл.). Разница в цифрах объясняется более высоким уровнем материальных ценностей, накопленных в развитых странах. За последние 20 лет количество таких катастроф

возросло более чем в 5 раз. Они уносят тысячи человеческих жизней, разрушают города, дороги и все, что создано трудом многих поколений людей, при этом 62 % общего числа людей, пострадавших от стихийных природных бедствий в мире за период 2005–2011 гг., приходится на наводнения, 36 % – на засухи, 2 % – на сели, лавины и другие чрезвычайные ситуации.

Следовательно, процесс деятельности человека должен быть двухцелевым – достижение желаемого эффекта и исключение нежелательных последствий (ущерб здоровью и жизни человека, пожары, аварии, катастрофы и т. п.). Непонимание этого и обуславливает потенциальную опасность всякой деятельности человека. При этом все нежелательные последствия являются обычно результатом реализации опасностей, т. е. явлений, процессов и объектов, способных в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно.

Опасности хранят все системы, имеющие в своем составе энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. При этом, одна и та же опасность может реализоваться в нежелательное событие через разные причины и формировать самые различные экологические проблемы.

Следует отметить, что ущербы от природных и техногенных катастроф – проблема, объединившая в поисках ее решения практически все страны мира. В январе 2004 г. в г. Кобе состоялась Всемирная конференция по уменьшению опасности природных катастроф, которая проходила под эгидой ООН в соответствии с постановлением ее Генеральной Ассамблеи. Конференция приняла ряд важных постановлений, в числе которых Хиогская декларация и Хиогская рамочная программа действий на 2005–2015 гг., предусматривающие создание потенциала противодействия бедствиям на уровне государств и сообществ. Хиогская декларация подтвердила волю стран следовать стратегии уменьшения рисков различных бедствий. В числе приоритетных направлений значатся выявление, оценка и мониторинг факторов риска бедствий и улучшение раннего предупреждения. Борьба за уменьшение ущерба от природных и техногенных катастроф стала элементом государственной стратегии устойчивого развития любой страны. Анализ их проявления позволяет отметить,

что одним из определяющих факторов устойчивой тенденции роста негативных воздействий на окружающую среду и, соответственно, вызывающих как природные, так и техногенные катастрофы, является «человеческий фактор». Он выражается в усугублении несоответствия уровня профессиональной подготовки специалистов и руководителей требованиям современной правовой, экономической, нормативной баз, основополагающим принципам республиканского и регионального управления по обеспечению безопасности населения, территорий и промышленных объектов от аварий и катастроф.

Структура комплекса моделей концептуального взаимодействия общества и окружающей среды для любого региона представлена на рисунке 1.

Из этого следует, что создание научно-прикладных основ обеспечения безопасности требует разработки концепции обеспечения безопасности, создания информационной базы данных и разработки методов оценки и управления опасными процессами.

Все это реально только при профессиональном умении постановки и решения экологических задач в области природопользования и природообустройства с помощью математических методов анализа и математического моделирования сложных экологических процессов и технолого-производственных систем.

Особенностью учебного пособия является подход к его написанию: не от теории к практике, а от практических задач и решаемых проблем к математическим моделям и прогнозам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интенсификация использования природных ресурсов, связанная с развитием производительных сил, зачастую приводит к резкому ухудшению состояния окружающей среды в регионе.

Жизнедеятельность человеческого общества достигла сегодня такого уровня существования, когда обеспечение безопасности, самосохранение, выживание как отдельного человека, так и мирового сообщества в целом, превращается в проблему, необходимость решения которой не составляет сомнений.

Вследствие быстрых по своему характеру изменений, которые связаны с человеческой цивилизацией, постоянно увеличивается риск возникновения катастроф экологического и техногенного характера, стихийных бедствий и социальных конфликтов.

Все это позволяет рассматривать безопасность как одну из главнейших целей деятельности общества и государства, и как одну из важнейших характеристик, определяющих общечеловеческую ценность и значимость общественных отношений.

Сегодня республика находится на стадии экономического развития с учетом охраны природы и эколого-экономическим принципом природопользования.

Отсюда оптимизация природопользования и природообустройства предполагает синтез знаний и мониторинговой информации по конкретным направлениям решаемых проблем, прогнозную оценку состояния компонентов природной среды и аналитические проработки любых инженерно-хозяйственных решений с позиции сохранения равновесия и обеспечения экологической безопасности среды проживания как человека, так и других биологических сообществ и представителей.

Знания математических методов и опыт разработки математических моделей биосферы, геосистем, агроэкосистем и отдельных ареалов в решении задач, связанных с оценкой воздействия на окружающую среду, являются сегодня первостепенными в подготовке специалистов высшей квалификации.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бурлибаев, М. Ж.* Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях и методах / М. Ж. Бурлибаев, А. А. Волчек, П. В. Шведовский. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2003. – 532 с.
2. *Волчек, А. А.* Математические методы в природообустройстве: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. А. Волчек, П. С. Пойта, П. В. Шведовский. – Минск: Издательский центр БГУ, 2003. – 340 с.
3. *Волчек, А. А.* Математические модели в природопользовании: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. А. Волчек, П. В. Шведовский, Л. В. Образцов. – Минск: Издательский центр БГУ, 2002. – 282 с.
4. *Корн, Г.* Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1973. – 831 с.
5. *Логинов, В. Ф.* Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, П. В. Шведовский. – Брест: Изд-во БГТУ, 2004. – 301 с.
6. *Мартыщенко, Л. А.* Введение в статистическое моделирование технических систем / Л. А. Мартыщенко. – М.: МО СССР, 1982. – 219 с.

Учебное издание

**Волчек Александр Александрович**  
**Образцов Леонид Владимирович**  
**Шведовский Петр Владимирович**

# **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Компьютерная верстка *С. С. Руховой*  
Корректор *И. М. Подаматько*

Подписано в печать 12.03.2015. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 18,5. Уч.-изд. л. 18,1. Тираж 100 экз. Заказ 13.

Издатель и полиграфическое исполнение  
государственное учреждение образования  
«Республиканский институт высшей школы».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/174 от 12.02.2014.  
Ул. Московская, 15, 220007, г. Минск.