

**БУРЛИБАЕВ М.Ж., ВОЛЧЕК А.А.,
ШВЕДОВСКИЙ П.В.**

**Проблемы оптимизации
природопользования
и природообустройства
в математических
моделях и методах**

ИЗДАТЕЛЬСТВО “КАГНАТ”

Алматы 2003

УДК 550.8.053:519.2+631.6

ББК 26.186

Б 90

Рецензенты: доктор технических наук А. А. Турсунов,
кандидат физико-математических наук О.Е. Семенов

Утверждено к печати Ученым Советом Казахского научно-исследовательского
института мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК)

Б 90 Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях и методах / Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. - Алматы : Издательство “Каганат”, 2003. - 532 с.

ISBN 9965-25-146-0

В книге с социо-эколого-экономических позиций рассмотрены проблемы оптимизации стратегий и принятия решений в области природопользования и природообустройства. Основополагающим при этом являются математические методы и модели различных классов иерархических уровней.

Достоинством книги является то, что в ней наряду с теоретическими аспектами даны конкретные методы решения как глобальных и субрегиональных, так и регионально-системных и объектных проблем. При этом книга позволяет решать большинство производственных и научных задач даже теми специалистами, которые не имеют специальной математической подготовки.

Книга рассчитана на специалистов самых различных областей науки и производства сферы природообустройства и природопользования: биологов, гидрологов, гидротехников, экологов, климатологов, агрономов, гидрогеологов и др.

П 1502010000
00(05) – 03

ББК 26.186

ISBN 9965-25-146-0

© М.Ж. Бурлибаев 2003
© А. А. Волчек 2003
© П. В. Шведовский 2003

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГО-АДАПТАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	13
2. ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ	42
2.1. Особенности проверки статистических гипотез о видах и свойствах распределения	56
3. ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ (КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ)	72
3.1. Особенности применимости корреляционных отношений.....	81
3.2. Особенности выявления корреляционных связей многофакторных процессов	86
3.3. Выявление корреляционной связи между качественными признаками	90
4. МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ И ВЗАИМООЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ВЫЯВЛЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ (РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ)	96
4.1. Уравнение линейной регрессии с одним переменным фактором	96
4.2. Нелинейная парная регрессия	107
4.3. Линейная множественная регрессия	113
4.4. Нелинейная множественная регрессия	117
4.5. Основные аспекты выбора оптимальной регрессионной модели	119
5. МЕТОДИКА АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	122
5.1. Особенности анализа периодических колебаний	125
5.2. Особенности выделения и анализ нерегулярных циклов	130
6. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ	147
6.1. Вероятностное прогнозирование значений случайного процесса	150
6.2. Прогноз по последнему значению	151
6.3. Прогноз по математическому ожиданию	152
6.4. Статистический прогноз по одной точке	153
6.5. Динамико-стохастический метод сверхдолгосрочного прогноза	155
7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ И ВЗАИМОВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ НА ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ (ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ)	157
7.1. Однофакторный дисперсионный анализ	158
7.2. Двухфакторный дисперсионный анализ	167

8.	МЕТОДЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОБОБЩЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	175
8.1.	Оценка статистической структуры поля.....	176
8.2.	Оценка точности характеристик статистической структуры поля.....	181
8.3.	Примеры комплексного анализа статистической структуры гидрометеорологических полей и экологических ареалов.....	185
8.4.	Практическое использование сведений о пространственной структуре поля.....	191
9.	АСПЕКТЫ ВЫБОРА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА.....	195
10.	ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕВОДА ПРОБЛЕМЫ НА ЯЗЫК МАТЕМАТИКИ.....	203
11.	ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ДРУГИХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.....	236
11.1.	Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.....	236
12.	ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ (МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ).....	259
12.1.	Симплексный метод решения задач линейного программирования.....	267
12.2.	Распределительный метод решения задач линейного программирования.....	272
12.3.	Динамическое программирование.....	286
12.4.	Особенности оптимизации в области принятия инженерных решений по минимизации их воздействий на природную среду.....	292
13.	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГЕОСИСТЕМ.....	297
13.1.	Математическое описание законов освоения и использования территорий.....	297
13.2.	Основные аспекты учета старения информации.....	299
13.3.	Предпосылки и принципы расчетов надежности.....	301
13.4.	Расчеты надежности водохозяйственных систем.....	306
14.	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	329
14.1.	Полный факторный эксперимент.....	335
14.2.	Дробный факторный эксперимент.....	342
15.	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	348
15.1.	Принципы и основы математического моделирования..	352

15.2.	Процесс построения математической модели и ее реализация на ЭВМ	354
15.3.	Особенности моделирования методом степенных комплексов	358
15.4.	Подобное моделирование	361
15.5.	Моделирования с помощью критериев подобия	364
15.6.	Особенности моделирования методами анализа размерностей	369
15.7.	Принципы имитационного моделирования	371
16.	МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ	377
16.1.	Воднобалансовые модели природных ландшафтов и сельхозугодий	377
16.2.	Особенности моделирования почвенно-фильтрационных процессов	390
16.3.	Особенности моделирование изменений механических свойств почвогрунтов	408
16.4.	Моделирование процессов переноса веществ	413
16.5.	Численное моделирование влагообмена между деятельным слоем почвы и атмосферой	417
16.6.	Особенности моделирования эрозионно-разрушительных процессов	420
16.7.	Моделирование стока и идентификации гидрологических систем	425
16.8.	Особенности моделирования речных потоков, паводков и паводков	435
16.9.	Моделирование динамики уровня озерно-водоёмных систем	439
17.	ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ БИОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ	442
17.1.	Модель глобального круговорота воды	444
17.2.	Модели наземных экосистем	449
17.3.	Демографические модели	460
17.4.	Принципы моделирования освоения и использования территорий	466
18.	ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ И ОПТИМАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	469
18.1.	Особенности разработки базисных моделей состояния наземных экосистем и мониторинга	479
18.2.	Особенности разработки базисных моделей загрязнения окружающей среды	485
18.3.	Особенности математического моделирования катастрофических изменений в развитии процессов и систем	492
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	498
	ЛИТЕРАТУРА	499

ПРИЛОЖЕНИЯ	507
Таблица П.1. Случайные числа	508
Таблица П.2 Критические точки распределения Стьюдента (t -распределение)	509
Таблица П.3. Критические точки распределения Пирсона (χ^2 -распределение)	511
Таблица П.4.1. Критические точки F -распределения Фишера на 5%-м уровне значимости (значения отношений дисперсий « F » при различных степенях свободы « ν_1 » и « ν_2 » выборок)	513
Таблица П.4.2 Критические точки F -распределения Фишера на 1%-м уровне значимости (значения отношений дисперсий « F » при различных степенях свободы « ν_1 » и « ν_2 » выборок)	515
Таблица П.5. Нормальное распределение. Плотность вероятностей нормированного нормального распределения $u \rightarrow N(0,1)$	517
Таблица П.6. Нормальное распределение	519
Таблица П.7.1. G -распределение Кохрена ($\alpha=0,05$). Значения ($G_{\nu,k,\alpha}$) в зависимости от числа степеней свободы (ν), (k) и фиксированной вероятности (α): $P\{G > G_{\nu,k,\alpha}\} = \alpha$	522
Таблица П.7.2. G -распределение Кохрена ($\alpha=0,01$) Значения ($G_{\nu,k,\alpha}$) в зависимости от числа степеней свободы (ν), (k) и фиксированной вероятности (α): $P\{G > G_{\nu,k,\alpha}\} = \alpha$	523
Таблица П.8. Критические значения коэффициентов корреляции при различных уровнях значимости и числах степеней свободы ($\nu=n-2$)	524
Таблица П.9. Критические значения $K - C$ - критерия	525
Таблица П.10. Сводная таблица распределений (дискретные случайные величины)	526
Таблица П.11. Основные законы распределений (непрерывные случайные величины)	527

ВВЕДЕНИЕ

«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

Сегодня проблемы оптимального, но между тем не менее активного, природопользования и, соответственно, природообустройства (охраны природной среды) стали актуальными как никогда ранее. Новая экономическая политика и современные требования по экологизации производств и технологий, требуют не столько сохранения природной среды, в состоянии близком к естественному (сложившемуся), сколько воспроизводственного преобразования и восстановления естественного потенциала.

Между тем сокращение государственного финансирования в последнее десятилетие привело к прекращению многих видов гидрометеорологических наблюдений и работ, что создало существенные трудности при оценке гидрометеорологической и экологической обстановки в регионах.

Отсюда наиболее насущными задачами в области оптимального природопользования и природообустройства для республики являются:

- изучение закономерностей эколого–гидрометеорологических процессов и изменений климата с целью разработки достоверных прогнозов, климатических характеристик, водности рек и биологической урожайности культур;
- исследование гидролого–климатических и агрометеорологических ресурсов и их изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов;
- изучение стихийных гидрометеорологических явлений, селейных процессов, снежных лавин и создание моделей их расчетов и методов прогнозов;
- оптиматизация организации ведения гидрометеорологического мониторинга;
- исследование наиболее значимых тактических и стратегических задач безопасности развития страны.

Характерные сегодня изменения скорости протекания большинства природных процессов привели к нарушению биологического, энергетического, геохимического, генетического, ресурсо–сырьевого и многих других видов природного равновесия и неопределенности состояния природной среды, стратегии и тактики взаимодействия природы, населения, производства и экономики [Беляев, 1978].

Это обуславливает необходимость концептуального представления системы «Преобразующий комплекс – природная среда (ПК–ПС)» в составе трех взаимодействующих подсистем со структурной функцией типа $S = \{S_1, S_2, S_3\}$, где S_1 – производственная (экономико–социальная), S_2 – физико–географическая (ландшафтная), S_3 – управляющая подсистемы, включающая блок синтеза, концептуального прогноза НТР и социально–демографических изменений, экологических прогнозов антропогенных воздействий, включая глобальный (планетарный) прогноз (рис. 0.1) [Шведовский, 1998].

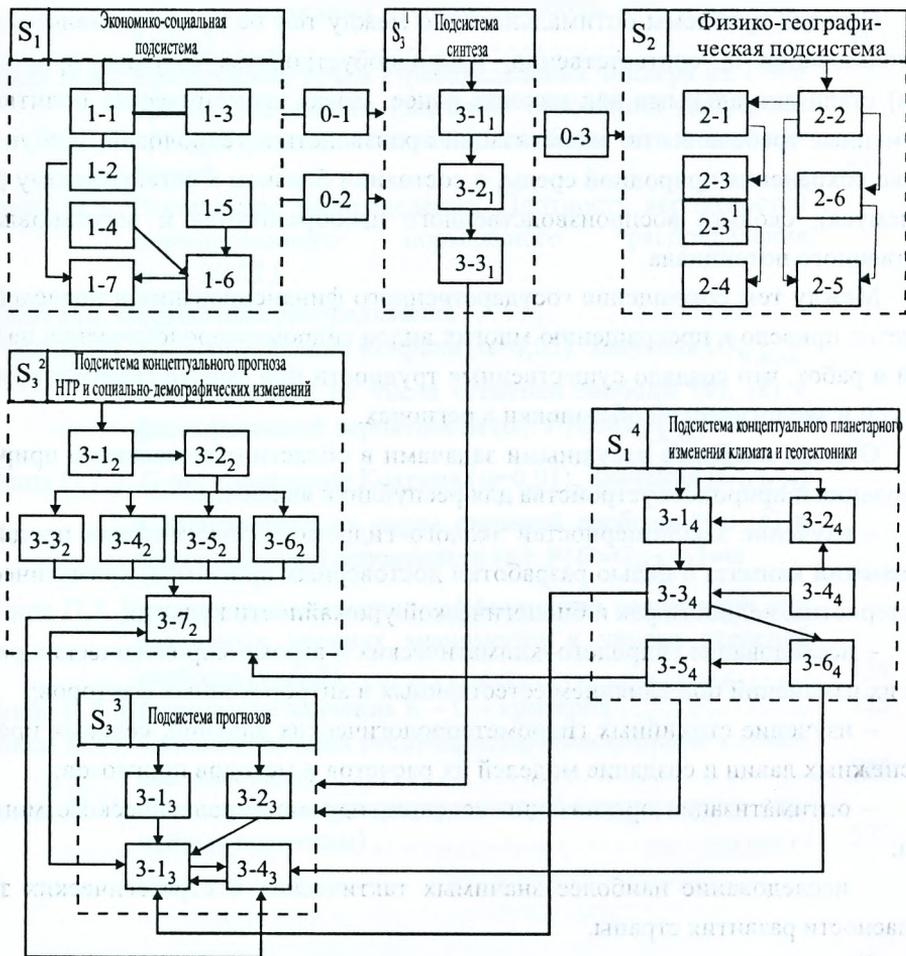


Рис. 0.1. Принципиальная система анализа и прогноза взаимодействия общества и природной среды региона.

Сущность блоков составляющих систему ПК–ПС, следующая:

- 1-1 – анализ экономико–географического положения и состояния региона;
- 1-2 – экономико–географическое районирование;

- 1-3 – составление кадастра производств и экологических паспортов;
- 1-4 – типизация селитебных зон и активных техногенных элементов;
- 1-5 – типизация производств и активных техногенных элементов;
- 1-6 – разработка типов хозяйственного освоения территории;
- 1-7 – типизация хозяйственного освоения территории;
- 0-3 – устойчивость ландшафтов к антропогенным воздействиям;
- 0-2 – территориальная организация производительных сил;
- 0-1 – характер активных элементов технологических целей и масштабы антропогенных воздействий;
- 2-1 – компонентный анализ естественных и антропогенных природно-территориальных комплексов (ПТК);
- 2-2 – ландшафтное районирование;
- 2-3 – ПТК, измененные в процессе заселения;
- 2-3¹ – ПТК, измененные функционированием производства;
- 2-4 – типы изменений и устойчивости природных комплексов;
- 2-5 – районирование по типам изменений и устойчивости;
- 2-6 – естественные тенденции развития природной среды;
- 3-1₁ – состояние природоохранной практики;
- 3-2₁ – мониторинг природной среды;
- 3-3₁ – состояние природной среды региона и эффективность ее использования;
- 3-1₂ – концепция развития и размещения производительных сил региона;
- 3-2₂ – влияние проектов преобразования природной среды на территориальную организацию производительных сил;
- 3-3₂ – система расселения;
- 3-4₂ – тип освоения;
- 3-5₂ – система организационно-производительных сил;
- 3-6₂ – тип производства и активных элементов технологических целей;
- 3-7₂ – оптимизация варианта территориальной организации производительных сил;
- 3-1₃ – прогноз развития законодательства об охране природы;
- 3-2₃ – прогноз совершенствования мониторинга;
- 3-3₃ – концептуальный прогноз взаимодействия общества и природной среды региона;
- 3-4₃ – прогноз взаимодействия общества и природной среды в расчетный период;

- 3-1₄ – вариантный прогноз изменения природной среды;
- 3-2₄ – прогноз характера сочетания естественных тенденций развития ПТК с ранее вызванными антропогенными процессами и явлениями;
- 3-3₄ – прогноз изменения природной среды под влиянием естественных тенденций развития ПТК различных рангов;
- 3-4₄ – прогноз типов функционирования природно-антропогенных комплексов и допустимости хозяйственной нагрузки на них;
- 3-6₄ – прогноз состояния природной среды региона.

Такая система требует в основу оптимального природопользования и природообустройства положить разработку проблемно-ориентированных региональных моделей. Под регионом следует понимать природно-хозяйственный комплекс, расположенный на фиксированной территории с естественными границами и динамичными природно-экономическими компонентами, рассматриваемый с точки зрения системного анализа как относительно замкнутая система. Собственно же структура комплекса моделей «Регион» должна базироваться на двух уровнях (верхнем и нижнем), включающих элементы экономики, природных ресурсов и населения (рис. 0.2).

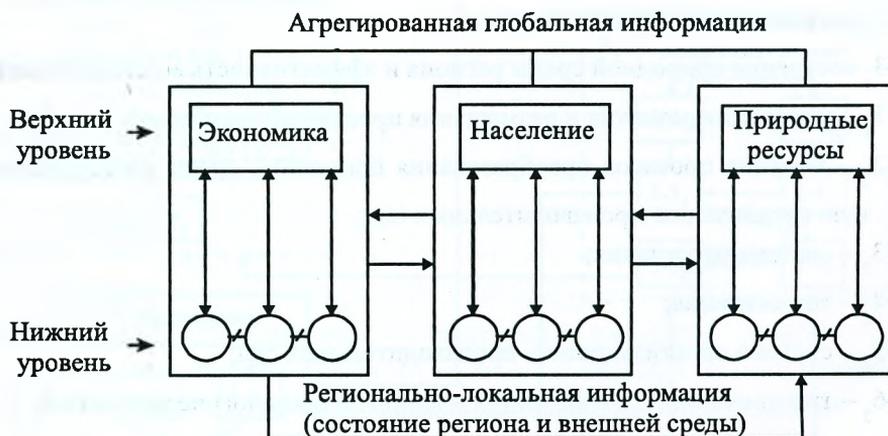


Рис. 0.2. Структурная схема комплекса моделей «Регион».

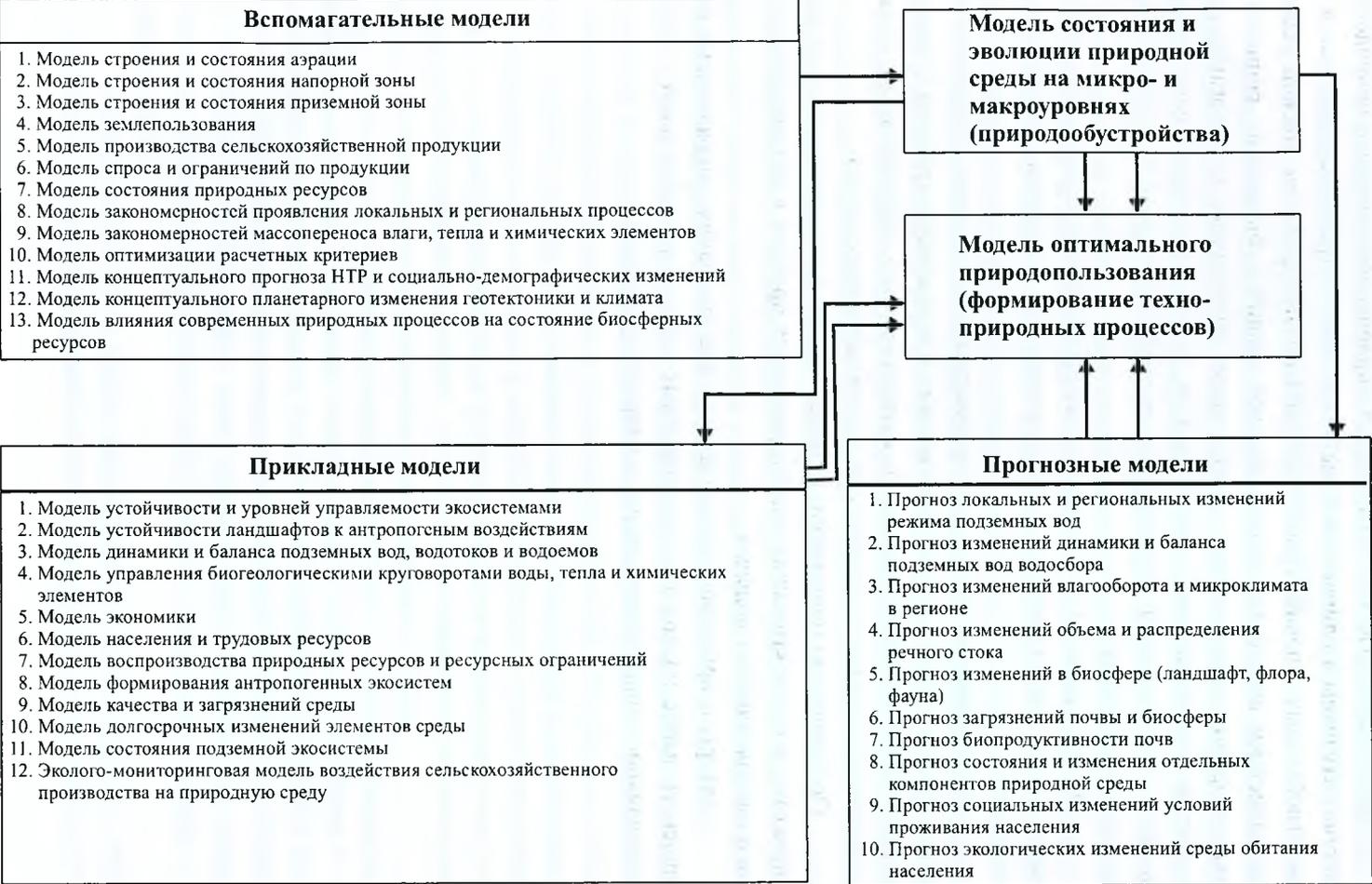


Рисунок 0.3. Общая схема взаимосвязи моделей и состояния эволюции природной среды оптимального природопользования и природообустройства.

Как видим, проблемы оптимального природопользования и природообустройства актуальны в одинаковой мере как на низших (региональных), так и высших (глобальных) уровнях (рис. 0.3). При этом эти проблемы должны решаться специалистами самых различных областей знаний – биологами, социологами, архитекторами, климатологами, гидрологами, агрономами, технологами, гидрогеологами, гидротехниками, экологами и др., что подтверждается системой взаимосвязей путей (моделей) оптимального природопользования, состояния и эволюции природной среды.

Множественность, взаимосвязь и взаимозависимость моделей требует как системного подхода на макро– и микроуровнях, так и единства принципов, целей и критериев.

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

Особенностью монографии является подход к ее написанию: не от теории к практике, а от практических задач и решаемых проблем к математической теории и математическим моделям.

Авторы с признательностью примут все замечания, направленные на совершенствование подходов и предложенных методов решения задач и проблем рационального природопользования и природообустройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интенсификация использования природных ресурсов, связанная с развитием производительных сил в регионе, может привести к резкому ухудшению состояния природной среды в этом регионе. Чтобы избежать этого, возникает необходимость в получении детальной объективной информации о состоянии окружающей среды. Это состояние изменяется как под влиянием естественных процессов, так и под воздействием хозяйственной деятельности.

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 (гомеостаза) и обеспечение экологической безопасности среди 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 оптимизационных задач являются сегодня первостепенными и основоопределяющими. Эта цель и реализуется в данной книге.

ЛИТЕРАТУРА

- Алехин Ю.М.* Статистические прогнозы в геофизике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1963. – 59 с.
- Аношко В.С., Трофимов А.М., Широков В.М.* Основы географического прогнозирования. – Минск: Высшая школа, 1985. – 239 с.
- Анохин Ю.А., Остромогильский А.Х.* Некоторые вопросы математического моделирования процессов циркуляции веществ в природных геофизических средах/Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 147 – 160.
- Антонцев С. Н., Епихов Г.П., Кошеваров А.А.* Системное математическое моделирование процессов водообмена. – Новосибирск: Наука (СО), 1986. – 361 с.
- Араб-Оглы Э.А.* Демографические и экологические прогнозы. – М.: Наука, 1980. – 213 с.
- Бажнов В.В.* Задачи управления локализацией процессов распространения на плоскости. – Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1980. – №3. – С. 64 – 72.
- Батунер Л.М., Позин М.Е.* Математические методы в химической технике. – Л.: Из-во Химия, 1971. – 824 с.
- Бедарев С. А.* Транспирация и расход воды растительностью аридной зоны Казахстана // Тр. КазНИГМИ, 1969. – Вып. 34. – С. 79 – 83.
- Беляев В.И.* Теория сложных систем. – Киев: Наукова думка, 1978. – 216 с.
- Боровиков В.П., Боровиков И.П.* Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 1997. – 608 с.
- Бондаренко Н.Ф.* Физические основы мелиорации почв. – Л.: Колос, 1975. – 258 с.
- Бочаров М.К.* Методы математической статистики в геофизике. – М.: Мысль, 1971. – 371 с.
- Бочариков В.П.* Модель управляемого непрерывного нечетного процесса на основе нечетно-интегрального уравнения/ Проблемы управления и информатики – Киев: КМУГА, 1998, С. 72 – 77.
- Бочариков В.П.* Fuz zy – технология./ Математические основы./ Практика моделирования в экономике. – СПб.: Наука, РАН, 2001, – 328 с.
- Борисов А.Н.* Обработка нечетной информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989, – 304 с.
- Брукс К., Карузере Н.* Применение статистических методов в метеорологии: /Пер. с англ. Е.Ф. Ивановой, Л.Л. Френкеля; Под ред. Н.А. Багрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 416 с.

Бурлибаев М.Ж. Биопродуктивность травостоя пойменных лугов р. Шу как индикатор динамического развития речной экосистемы // Гидрометеорология и экология, 1998, № 1 – 2, С. 79-83.

Бурлибаев М.Ж. Об одной попытке испытания устойчивости речной экосистемы на примере р. Шу//Гидрометеорология и экология .-1998.-№1-2.-С.79-93.

Бурлибаев М.Ж. Об одной задаче оценки сравнительной устойчивости экосистемы из детерминированного равновесного состояния ее развития // Гидрометеорология и экология.-1998.-№3-4.-С.69-85.

Бурлибаев М.Ж. Очередное испытание устойчивости речной экосистемы в условиях периодических решений ее детерминированного состояния развития//Гидрометеорология и экология.-1999.-№1.-С.75-85.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. Концептуальные основы оптимизации решений экологических проблем/ Матер. МНТК «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: КазНИИМОСК, 2001. – С. 353 – 357.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Лукаш В.В. Источники исходной информации по водному режиму рек Белорусского Полесья//Гидрометеорология и экология.-2003.-№2.-С.145-151.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. Проблемы формирования критических ситуаций и приемлемости риска в функционировании гео- и агроландшафтных систем//Гидрометеорология и экология.-2003.-№2.-С.152-160.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. Принципы и методы оценки риска неопределенности гео- и агроландшафтных систем // Гидрометеорология и экология.-2003.-№2.-С.161-168.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Пойта П.С., Шведовский П.В. Исследование взаимосвязей устойчивости экосистем, эксплуатационного состояния водохозяйственных объектов и критических уровней их экологической надежности//Гидрометеорология и экология.-2003.-№2.-С.169-174.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А. О загрязнении трансграничных рек Казахстана в Центрально-Азиатском регионе//Гидрометеорология и экология.-2003.-№2.-С.175-191.

Вальвачев Н.И., Римша М.И. Статистический метод в медицинской практике с применением микро – ЭВМ и персональных компьютеров. – Минск: Беларусь, 1989. – 112 с.

Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Статистические методы в метеорологии. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1990. – 110 с.

- Волчек А.А., Шведовский П.В., Пойта П.С.* Математические методы в природопользовании и природообустройстве.- Минск: БГУ, 2003. – 294 с.
- Волчек А.А., Шведовский П.В., Валуев В.Е. и др.* Статистические методы в природопользовании.- Брест: БрГУ, 1999. – 251 с.
- Волчек А.А., Шведовский П.В., Образцов Л.В.* Математические модели в природопользовании.- Минск: БГУ, 2002, – 281 с.
- Волчек А.А., Шведовский П.В.* Проблемы управления гео- и агроэкосистемами в Белорусском Полесье./ Мат. межд. конф. “Природная среда Полесья: современное состояние и изменения”.- Люблин – Шацк – Брест, 2002.- С. 140-145.
- Волчек А.А.* Характер синхронных колебаний стока рек Беларуси. - Брест, Вестник БГУ, №2(18), 2001, С.31 – 36.
- Волчек А.А.* Автоматизация гидрологических расчетов. Тр. межд. конф. “Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды”. Биберах – Брест – Ноттингем, 1998, С. 55 – 60.
- Вольтера В.* Математическая теория борьбы за существование.- М.: Высшая школа, 1977, – 319 с.
- Герасимович А.И.* Математическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1983. – 279 с.
- Гильдерман Ю.И.* Закон и случай. – Новосибирск: Наука, 1991. – 200с.
- Голубцов В.В.* Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации // Труды Каз НИИ Госкомгидромета, – 1985. – Вып. №91.- С. 3 – 18.
- Голубцов В.В., Ли В.И., Попова В.П. и др.* О возможности практического использования результатов моделирования гидрологических процессов/ Матер. МНТК «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: КазНИИМОСК, 2001. – С. 24 – 31.
- Гумбель Э.* Статистика экстремальных значений. – М.: Мир, 1965. – 392 с.
- Гурарий В.И., Науменко Г.Н.* Приложение теории полезности к принятию водоохранных мероприятий/ Проблемы охраны вод.- Харьков, 1978. – Вып. №9. – С. 94 – 102.
- Давлетгалиев С.К., Джусупбеков Д.К.* Долгосрочный прогноз уровня озера Балхаш по смоделированным рядам./ Вест. Каз ГУ, сер. географ., Алматы, 1999, – С. 61 – 67.
- Девдориани А.С., Грейар В.Л.* Роль кибернетических методов в изучении и преобразовании природных комплексов/ Изв. АН СССР. Серия геогр. наук, 1978. – Вып. 6. – С. 94 – 102.
- Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). / 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

- Долгих С.А., Пилифосова О.В.* О методах оценки ожидаемых изменений глобального климата и оценки изменения климата Казахстана./ Гидрометеорология и экология. 1996 – №4, С. 94 – 109.
- Дроздов О.А.* О надежности использования аналогов прошлого для прогнозов водного режима рек на будущее./ Водные ресурсы. — 1994. — № 4, с. 7 – 12.
- Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Кн. 1 / Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 366 с.
- Дэвис Дж. С.* Статистический анализ данных в геологии: Пер. с англ. в 2 кн. / Пер. В.А. Голубевой; Под ред. Д.А. Родионова. Кн. 1 – М.: Недра, 1990. – 319 с.
- Дэвис Дж. С.* Статистический анализ данных в геологии: Пер. с англ. в 2 кн. / Пер. В.А. Голубевой; Под ред. Д.А. Родионова. Кн.2 – М.: Недра, 1990. – 427 с.
- Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А.* Теоретико-информационные методы анализа и статистической интерпретации результатов экологического мониторинга/ Сб. докладов Межд. НТК «Экология и развитие Северо-Запада России». – СПб, 1998. – С. 39 – 47.
- Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеоздат, 1986. – 560 с.
- Исаев А.А.* Статистика в метеорологии и климатологии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 248 с.
- Жакупова А.А.* Геоэкологическая районирование Казахстанского Притобольшья для целей охраны природы. /Автор. канд. дисс.- Алматы, 1999, – 29 с.
- Жуковская М.В., Мучник И.Б.* Факторный анализ в социально-экономических исследованиях. – М.: Статистика, 1976. – 216 с.
- Каждан А.Б., Гуськов О.И.* Математические методы в геологии. – М.: Высшая школа, 1983. – 251 с.
- Кипшақбаев Н.К., Байгисиев Ж.Е., Турсунов А.А., Мальковский И.М.* Системный анализ Или-Балхашской проблемы и концепция равновесного природопользования // Проблемы комплексного использования водных ресурсов Или-Балхашского бассейна.- Алма-Ата.: Каз ГУ, 1985, С. 3 – 16.
- Колде Я.К.* Практикум по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшая школа, 1991. – 157 с.
- Крапивин В.Ф.* О теории живучести сложных систем- М.: Наука, 1978. – 194 с.
- Кромер Г.* Математические методы статистики.- М.: Мир,1975,- 648 с.
- Крапивин В.Ф., Свирижев Ю.М., Тарко А.М.* Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
- Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф.* Планирование эксперимента.- Минск: Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.

- Кротов В.Ф., Гурман В.И.** Методы и задачи оптимального управления. – М.: Наука, 1973. – 309 с.
- Крушевский А.В.** Справочник по экономико-математическим моделям и методам. – Киев: Техника, 1982. – 207 с.
- Кучмент Л.С.** Математическое моделирование речного стока. – Л., Гидрометеоздат, 1972, – 191 с.
- Литтл Р. Дж. А., Рубин Д.Б.** Статистический анализ данных с пропусками / Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 336 с.
- Лисичкин В.А.** Теория и практика прогнозтики. – М.: Наука, 1972. – 224с.
- Лукиа В.В., Акулич Я.А., Шведовский П.В.** Особенности структуры и моделирования генетической эволюции гео-, эко- и агроэкологических систем/ Сб. трудов регион. Конф. «Современные проблемы математики и вычислительной техники». – Брест: БПИ, 1999. – С. 44 – 48.
- Львовский Е.Н.** Статистические методы построения эмпирических формул. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
- Мандер Ю.Э., Яцухно В.М., Ветемяз М.Ю. и др.** Рациональная организации мелиорированных территорий и охрана природной среды. – Тарту: ЭСЭ, 1985. – 32 с.
- Мартыщенко Л.А., Панов В.В.** Моделирование распределений, заданных характеристическими функциями. – М.: Кибернетика, 1985. – №3. – С. 19 – 26.
- Мартыщенко Л.А.** Математические задачи теории малых выборок и их приложение к испытаниям сложных технических систем. – Л.: МО СССР, 1975. – 216 с.
- Математические** методы оценки агроклиматических ресурсов/ В.А. Жуков, А.П. Полевой, А.Н. Витченко. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 207 с.
- Международное** руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 247 с.
- Месарович М., Мако Д., Тахакаро Я.** Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978, – 311 с.
- Мирицхулава Ц.Е.** Надежность систем осушения. – М.: Агропромиздат, 1985. – 239 с.
- Мостеллер Ф., Тьюки Дж.** Анализ данных и регрессия: В 2-х вып. Вып.1 / Пер. с англ. Ю.Н. Благовещенского; Под ред. и с предисл. Ю.П. Адлера. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 317 с.
- Мостеллер Ф., Тьюки Дж.** Анализ данных и регрессия: В 2-х вып. Вып.2 / Пер. с англ. Ю.Н. Благовещенского; Под ред. и с предисл. Ю.П. Адлера. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 239 с.

- Мустафаев Ж.С.* Проблемы методологии системного исследования в области мелиорации // Гидрометеорология и экология. **1999**, № 2- С. 182 – 189.
- Никифоров И.В.* Последовательное обнаружение изменений свойств временных рядов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.
- Нейлор К.* Как построить экспертную систему.- М.: Энергоатомиздат, **1991**, – 280 с.
- Павличенко Л.М.,* Система многомерных статистических моделей анализа неполных эколого-гидрогеологических данных // Вопросы изучения водных ресурсов Центральной Азии. – Алматы: Гылым, 1993 – с. 89 – 103.
- Павличенко Л.М.* К технологии построения моделей прогноза изменений экосистем // Гидрометеорология и экология.- **2000**, – № 1, -С. 37 – 60.
- Пановский Г.А., Брайер Г.В.* Статистические методы в метеорологии: Пер. с англ. / Пер. И.П. Гейбера, В.А. Шнайдемана; Под ред. Л.С. Гандина, Р.Л. Кагана. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 210 с.
- Пановский Г.А., Брайер Г.В.* Статистические методы в метеорологии.- Л.: Гидрометеоздат, **1967**, – 211 с.
- Перегудов Ф.Н., Тарасенко Ф.П.* Введение в системный анализ. – М.: Наука, **1989**, – 477 с.
- Пианка Э.* Эволюционная экология. – М., 1981. – 596 с.
- Полуэктов Р.А.* Динамические модели агроэкосистем. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 222 с.
- Поллард Дж.* Справочник по вычислительным методам статистики / Пер. с англ. В.С. Занадворова: Под ред. и с предисл. Е.М. Четыркина. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344 с.
- Поляк И.И.* Методы анализа случайных процессов и полей в климатологии. -Л.: Гидрометеоздат, **1976**, – 256 с.
- Привольский В.Е.* Климатическая изменчивость (стохастические модели, предсказуемость, спектры). – М., Наука, **1984**, – 183 с.
- Проектирование* водохозяйственных систем /Пер. с чеш. Г.В. Шевелева; Под ред. В.Х. Отмана. – М.: Стройиздат, 1984. – 368 с.
- Пяковский Р.В., Померанец К.С.* Наводнения. Математическая теория и предсказания. -Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 176 с.
- Райфа Г.* Анализ решений. – М.: Колос, 1980. – 296 с.
- Репин С.В., Шейн С.А.* Математические методы обработки статистической информации с помощью ЭВМ. – Минск: Изд-во "Университетское", 1990. – 128 с.
- Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края/ Под ред. В.С. Мезенцева.- М.: Колос, 1974. –240 с.
- Рождественский А.В., Чеботарев А.И.* Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 с.

- Роден Р.* Принцип оптимальности в биологии -М.: Мир, 1969, – 215 с.
- Русин И.И.* Экологизация экономики: методы регионального управления. - М., 1990, – 304 с.
- Саккисян С.А.* Прогнозирование развития больших систем. – М.: Статистика, 1975. – 192 с.
- Сарсенбаев М.Х., Баженов М.Г.* Теоретические предпосылки экологизации мелиоративных работ/ Матер. МНТК «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: КазНИИМОСК, 2001. – С. 264 – 274.
- Сачок Г.И. Цуркова Т.Ф.* Математико-картографическое моделирование условий Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1984. – 253 с.
- Свирипеев Ю.М.* Математическое моделирование биологических систем. - М., Наука – 1972, – 326 с.
- Семенов О.Е.* Экспериментальные исследования кинематики и динамики пыльных бурь и поземков./Тр. Каз НИГМИ, – 1972, Вып. 49 – С. 3 – 31.
- Сиротенко О.Д.* Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.
- Статистические методы в гидрологии.* – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 270 с.
- Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум)* / Бородюк В.П., Вошинин А.П., Иванов А.З. и др.; Под ред Г.К. Круга. – М.: Высшая школа, 1983. – 216 с.
- Статистические методы в природопользовании* / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, П.В. Шведовский. – Брест: БПИ, 1999. – 251 с.
- Степанов И.Н.* Почвенные прогнозы. -М.: Наука, 1979. – 83 с.
- Тейлор Дж.* Введение в теорию ошибок./ Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 272 с.
- Турсунов А.А.* Водные ресурсы и гидроэкологические проблемы республики Казахстан./ Матер. межд. НТК “Проблемы гидрометеорологии и экологии”. - Алматы, 2001, – С. 64 – 81.
- Улилик С.* Математическая статистика. -М.: Наука, 1967, – 508 с.
- Уланова Е.С., Сиротенко О.Д.* Методы статистического анализа в агрометеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 198 с.
- Федоров В.Г., Шведовский П.В., Лукаш В.В.* Комплексная социо-эко-экономическая оценка процессов трансформации природных и создания агроландшафтных систем. – Брест: Вестник БГТУ. – №2(2), 2000. – С. 2 – 4.
- Федоров В.Г., Шведовский П.В.* Понятийно-логические модели оптимизации природопользования и управления техноприродными объектами/ Тр. межд. конф. «Научные аспекты рационального использования природных ресурсов». – Брест, 1998. – С. 177 – 183.
- Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и ее приложение.- М.: Мир, 1987, – 572 с.
- Хедли Дж.* Нелинейное и диполическое программирование- М.: Мир, 1964, – 506 с.
- Чарыков А.К.* Математическая обработка результатов химического анализа. – Л.: Химия, 1984. – 168 с.

- Чернышев М.К.** Математическое моделирование иерархических систем. – М.: Наука, 1998. – С. 44 – 49.
- Чернышев М.К. Гаджиев М.Ю.** Математическое моделирование иерархических систем. – М., Наука, 1983, – 191 с.
- Чини Р.Ф.** Статистические методы в геологии/ Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 189 с.
- Чигаркин А.В.** Геоэкологическое районирование и экологическая реконструкция нарушенных геосистем Казахстана // Вестник Каз ГУ, – 1996. – Вып. 3,- С. 3 – 14.
- Чертко Н.К.** Математические методы в физической географии. – Минск.: Изд-во «Университетское», 1987. – 151 с.
- Шварц С.С.** Экологические закономерности эволюции. – М.:Наука,1980. –319 с.
- Шведовский П.В., Валуев В.Е., Волчек А.А.** Эколого-социальные аспекты освоения водноземельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелиораций. – Минск: Ураджай, 1998, – 363 с.
- Шведовский П.В., Лукиша В.В.** Особенности математического моделирования скачков в развитии экологических систем и процессов. – Брест, Вестник БГУ, № 2(18), 2001, – С. 28 – 31.
- Шведовский П.В.** Особенности оптимизации экологической надежности агроландшафтных систем. – Брест, Вестник БГУ, № 2(14), 2002, – С. 49 – 51.
- Шведовский П.В.** Эколого-социальные проблемы мелиоративно-ландшафтных преобразований/ Тр. Межд. научно-практической конференции «Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды», – Биберах-Брест-Ноттингем, TEMPUS TACIS, 1998. – С. 44 – 49.
- Шведовский П.В., Поляков М.И., Бойко А.Т.** Рекультивация земель и охрана природы. – Минск: Ураджай, 1987. – 176 с.
- Шведовский П.В. и др.** Выбор оптимальных решений в строительстве. – М.: ЦНИИЭПСиС, 1990. – 340 с.
- Шведовский П.В., Богомолов Ю.Г.** Системное математическое моделирование процессов природного водообмена/ Экспресс-информ. – Сер.4 –М., 1988. – Вып. 2. – С.8 – 16.
- Шведовский П.В.** Мелиорация и природная среда. – Минск: Ураджай, 1984. – 160 с.
- Шиварева С.П., Ивкина Н.И., Строева Т.П.** Моделирование гидравлических процессов в береговой зоне Каспийского моря Республики Казахстан // Математическое моделирование в естественных науках. – Алматы, 1997, – С. 237-241.
- Шикломанов И.А.** Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л., Гидрометеиздат, 1979, – 302 с.
- Шикломанов И.А.** Антропогенное изменение речного стока. – Л. Гидрометеиздат, 1989, – 334 с.
- Шеннок К.** Работы по теории информации и кибернетики. – М.: ИЛ, 1963. – 367 с. Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелиораций / П.В. Шведовский, В.Е. Валуев, А.А. Волчек. – Минск: Ураджай, 1998. – 363 с.
- Юдин Д.Б.** Задачи и методы стохастического программирования. –М.: Мир, 1979, – 392 с.
- Яич Э.** Прогнозирование научно-технического прогресса. –М.: Прогресс, 1974. – 586 с

Научно-производственное издание

Бурлибаев *Малик Жолдасович*
Волчек *Александр Александрович*
Шведовский *Петр Владимирович*

**Проблемы оптимизации
природопользования и природообустройства
в математических моделях и методах**

Редактор Н.Н. Щеголева
Технический редактор А.Г. Пак
Верстка на компьютере Бурлибаева В.Н.

Подписано в печать 18. 06. 2003 г. Формат 70×100/16. Бумага
офсетная №1. Печать офсетная, 43,22 усл.-п.л., 30,83 уч.-изд.л.
Тираж 500 экз. Заказ 132.

Отпечатано в типографии ТОО «Верена».
480050, г. Алматы, ул. Александрова, 11

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

БУРЛИБАЕВ Малик Жолдасович

1958 года рождения, окончил Джамбулский гидромелиоративно-строительный институт в 1980 г. по специальности гидромелиорация. Кандидат географических наук, доцент. Директор Казахского НИИ мониторинга окружающей среды и климата. Автор более 100 научных работ, в том числе 5 монографий.

Основное направление работы – проблемы водной экологии и охраны окружающей среды.



ВОЛЧЕК Александр Александрович

1955 года рождения, окончил Брестский инженерно-строительный институт в 1978 г. по специальности гидромелиорация. Кандидат географических наук, доцент. Заместитель директора по научной работе Отдела проблем Полесья Национальной академии наук Беларуси. Автор более 200 научных работ, в том числе 3 монографий, 2 пособий, 4 учебных пособий для ВУЗов, 3 изобретений.

Основное направление работы – водные балансы речных водосборов, колебания и изменения их элементов.



ШВЕДОВСКИЙ Петр Владимирович

1946 года рождения, окончил Белорусскую сельскохозяйственную академию в 1967 г. по специальности гидротехническое строительство. Кандидат технических наук, профессор. Профессор Брестского государственного технического университета. Автор более 500 научных работ, в т. ч. 6 монографий, 7 учебных пособий, 108 изобретений и патентов.

Основное направление работы – экологические проблемы, агротрансформация ландшафтов и их моделирование.

