

В. П. Иванов, Н. В. Иванова, А. В. Полоников

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебник для медицинских вузов

Под общей редакцией В. П. Иванова

Учебник подготовлен в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы

Санкт-Петербург
СпецЛит
2012

УДК 574 62 (075)

И20

Авторы:

Иванов Владимир Петрович — заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биологии, медицинской генетики и экологии Курского государственного медицинского университета, академик РАЕН;

Иванова Наталья Васильевна — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры биологии, медицинской генетики и экологии Курского государственного медицинского университета;

Полоников Алексей Валерьевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры биологии, медицинской генетики и экологии Курского государственного медицинского университета, член-корреспондент РАЕН

Иванов В. П., Иванова Н. В., Полоников А. В.

И20 Медицинская экология : учебник для медицинских вузов / под общ. ред. В. П. Иванова. — СПб. : СпецЛит, 2012. — 320 с.
ISBN 978-5-299-00470-0

В учебнике освещена современная концепция и теоретико-методологические основы медицинской экологии — важнейшего быстро развивающегося раздела экологии человека. Приводится медико-экологическая характеристика атмосферы, гидросферы, литосферы. Дается классификация основных экологических факторов риска окружающей среды. Рассматриваются основные медико-экологические проблемы взаимодействия человека с многофакторной средой его обитания, закономерности ответной реакции организма на внешние средовые воздействия.

Учебник предназначен для студентов медицинских вузов.

УДК 574 62(075)

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Условные сокращения</i>	5
<i>Введение</i>	8

Глава 1.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ

1.1. Человек — биосистема. Теория функциональных систем П. К. Анохина. Понятие об адаптации	10
1.2. Стресс, пределы и способность экосистем к самовосстановлению.....	25
1.3. Понятие биоритмов. Биоритмологические аспекты адаптации человека	32
1.4. Классификация факторов риска окружающей среды для здоровья населения.....	45
1.5. Атмосферные факторы и их влияние на организм человека	53
1.6. Космические факторы и их влияние на организм	61
1.7. Вода как фактор внешней среды и ее влияние на организм человека.....	67
1.8. Влияние на организм человека факторов литосферы....	77
1.9. Загрязнение окружающей среды промышленными отходами. Экологическая паспортизация предприятий	82
1.10. Особенности организации мониторинга окружающей среды и здоровья населения.....	87
1.11. Причины экологического кризиса и его особенности на современном этапе. Зоны экологического бедствия	96
1.12. Современные эколого-медицинские тенденции в гигиеническом нормировании	103
1.13. Эпидемиологический метод в медицинской экологии ...	118
1.14. Экспертиза безопасности человека. Анализ риска как основа решения проблемы безопасности населения и окружающей среды.....	132

Глава 2.

ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

2.1. Этиологическая роль загрязнителей атмосферного воздуха в развитии патологии человека	149
---	-----

2.2. Роль погодно-климатических изменений в возникновении и характере течения заболеваний	163
2.3. Хронобиологические аспекты в клинике, особенности течения заболеваний внутренних органов. Хронофармакологические подходы в лечении	177
2.4. Профессиональная деятельность как один из экологических факторов, определяющих здоровье человека. Понятие о ксенобиотиках. Метаболизм ксенобиотиков в организме	192
2.5. Репродуктивное здоровье населения в экологически неблагоприятных регионах	200
2.6. Природный радиационный фон. Влияние радиации на организм человека. Нормы радиационной безопасности.	207
2.7. Эколого-гигиенические проблемы питания населения	224
2.8. Экологическая патология детского возраста	235

Глава 3.
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ

3.1. Введение в медицинскую экологию. Человек — биосистема. Теория функциональных систем П. К. Анохина. Характеристика адаптации человека на организменном и популяционном уровнях	245
3.2. Климато-экологические факторы и здоровье населения. Современные представления о биосфере. Профессиональная деятельность как один из экологических факторов, определяющих здоровье человека.	262
3.3. Факторы техносферы и их роль в преобразовании биосферы. Медико-экологический мониторинг населения как составная часть медицинской экологии. Репродуктивное здоровье.	276
3.4. Радиация и здоровье населения. Современные эколого-медицинские тенденции в гигиеническом нормировании. Экологическая патология детского возраста.	288
3.5. Эпидемиологический метод в медицинской экологии. Экспертиза безопасности человека (семинар)	296
Словарь основных терминов и понятий	304
Литература	312

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АД	— артериальное давление
АИ	— аэроионы
АКТГ	— адренкортикотропный гормон
АПФ	— ангиотензинпревращающий фермент
АТФ	— аденозинтрифосфорная кислота (аденозинтрифосфат)
АЭС	— атомная электростанция
АЭУ	— атомная энергетическая установка
БА	— бронхиальная астма
БОД	— болезнь органов дыхания
БОК	— безопасное остаточное количество
БП	— бенз(а)пирен
БСК	— болезнь системы кровообращения
Бэр	— биологический эквивалент рада
ВВЭР	— водо-водяной энергетический реактор
ВОЗ	— Всемирная организация здравоохранения
ВПР	— врожденный порок развития
ВЧ	— высокая частота
ГАМК	— γ -аминомасляная кислота
ГБ	— гипертоническая болезнь
ГСМОС	— глобальная система мониторинга окружающей среды
ДБХП	— дибромохлоропропан
ДДТ	— дихлор-дифенил-трихлорэтан
ДИ	— доверительный интервал
ДЛ ₅₀	— полуметалльная (средняя смертельная) доза токсического вещества
ДНК	— дезоксирибонуклеиновая кислота
ДСД	— допустимая суточная доза
ДСП	— допустимое суточное поступление
ДТП	— дорожно-транспортное происшествие
Е	— эффективная доза
ЕРФ	— естественный (природный) радиационный фон
ЖКТ	— желудочно-кишечный тракт
ИБС	— ишемическая болезнь сердца
ИИ	— ионизирующее излучение
ИК	— инфракрасный
ИРФ	— искусственный радиационный фон
ЛГ	— лютеинизирующий гормон
МАИР	— Международное агентство по изучению рака
МВПР	— множественные врожденные пороки развития
МДН	— максимально допустимая нагрузка

МКРЕ	— Международная комиссия по радиационным единицам
МКРЗ	— Международный комитет по радиационной защите
МНД	— максимальная недействующая доза
МОТ	— Международная организация труда
Н	— эквивалентная доза
НРБ-99	— Нормы радиационной безопасности 1999 г.
ОБУВ	— ориентировочный безопасный уровень воздействия
ОКС	— оксикортикостероиды
ООН	— Организация Объединенных Наций
ОП	— отходы производства
ОРВИ	— острая респираторная вирусная инфекция
ОРЗ	— острое респираторное заболевание
ПАА	— полиакриламид
ПАУ	— полиароматические углеводороды
ПД	— предел дозы
ПДВ	— предельно допустимый выброс
ПДД	— предельно допустимая доза
ПДК	— предельно допустимая концентрация
ПДС	— предельно допустимый сброс
ПДУ	— предельно допустимый уровень
ПНЖК	— полиненасыщенные жирные кислоты
ПХБ	— полихлорированные бифенилы
РНК	— рибонуклеиновая кислота
РНЦ	— Российский научный центр
РФ	— радиационный фон
СА	— спонтанный аборт
СВЧ	— сверхвысокая частота
СИ	— системная единица
СОЗ	— стойкие органические загрязнители
СОЭ	— скорость оседания эритроцитов
СТГ	— соматотропный гормон
СХЯ	— супраиназматиические ядра гипоталамуса
T ₃	— трийодтиронин
T ₄	— тироксин
T ₆	— период полувыведения
ТБО	— твердые бытовые отходы
ТИЕРФ	— технологически измененный естественный радиационный фон
ТТГ	— тиреотропный гормон
T _ф	— период полураспада изотопа
ТЭС	— теплоэлектростанция
T _{эфф}	— эффективный период

УФ	— ультрафиолет
УФО	— ультрафиолетовое облучение
ХСН	— хроническая сердечная недостаточность
ЦНС	— центральная нервная система
ЧАЭС	— Чернобыльская атомная электростанция
чел.-Зв	— человеко-Зиверт
ЧХВ	— чужеродные химические вещества
ЭПС	— эндоплазматическая сеть
ЭЭГ	— электроэнцефалограмма
ЮНЕП	— Программа ООН по окружающей среде
ЮНЕСКО	— Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
CAS	— Служба химической информации США
D	— поглощенная доза
DL ₅₀	— см. ДЛ ₅₀
pH	— водородный показатель
Sr	— стронций
t	— температура
U	— уран
U _F	— фактор неопределенности
X	— экспозиционная доза

ВВЕДЕНИЕ

Элементы медицинской экологии и экологической медицины достаточно долго развивались в рамках различных дисциплин. И только на конференции в Кливленде (США) в 1986 г. экологическая медицина была провозглашена самостоятельной научной дисциплиной.

Медицинская экология — наука, изучающая характер взаимодействия человека и окружающей среды, устанавливающая причинно-следственные связи между качеством среды и состоянием здоровья, разрабатывающая методы диагностики и профилактики неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на человека.

Целью изучения медицинской экологии является выработка у врачей умений осуществлять индивидуальную и популяционную профилактику экологически обусловленных заболеваний и патологических состояний.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов современных представлений о системности взаимоотношений в биосфере и обществе;
- понимание причинно-следственных связей между качеством среды обитания человека и состоянием его здоровья, роль первичной медицинской профилактики в здравоохранении.

Пособие разработано в соответствии с требованиями действующего Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по врачебным специальностям и учебной программы преподавания дисциплины «Медицинская экология», и состоит из трех разделов: «Медико-биологические аспекты медицинской экологии», «Влияние на организм человека неблагоприятных экологических факторов» и «Методические рекомендации для студентов по курсу медицинской экологии».

В первом разделе рассматриваются вопросы экологического риска для здоровья человека, связанные с качеством окружающей среды. На современном уровне представлены механизмы адаптивных реакций человека, вопросы влияния ритмических изменений геофизических факторов внешней среды на организм человека, а также технологические и экологические формы воздействия человека на биосферу, вопросы комплексной медико-экологической оценки конкретных территорий, освещается влияние радиации на организм человека на клеточном, субклеточном и организменном уровнях, рассматриваются основные источники радионуклидного загрязнения окружающей среды и основные понятия экспертизы безопасности человека.

Второй раздел посвящен влиянию антропогенных загрязнителей атмосферы, гидросферы, литосферы на формирование соматопато-

логии человека, показана роль различных экологических факторов риска в развитии патологии человека, роль погодно-климатических изменений в возникновении и характере течения заболеваний, хронобиологические аспекты в клинике, особенности течения заболеваний внутренних органов. Рассматривается профессиональная деятельность как один из экологических факторов, определяющий здоровье человека, особенности воздействия лечебных факторов в курортных зонах, а также интегральной роли фактора питания в условиях экологического неблагополучия и проблемам алиментарной адаптации.

Третий раздел включает всю необходимую информацию по подготовке студентов к занятиям.

Для достижения поставленных целей и задач учебное пособие включает не только информационный материал по отдельным разделам, но и вопросы для самостоятельной подготовки студентов к занятиям, контрольные вопросы, тестовые задания. Для более эффективной оценки усвоения прочитанного текста в конце пособия приведены основные термины и понятия.

Глава 1

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ

1.1. Человек — биосистема. Теория функциональных систем П. К. Анохина. Понятие об адаптации

*...организм без внешней среды,
поддерживающей его
существование, невозможен.*

И. М. Сеченов

Условием развития живых организмов является их взаимодействие с окружающей средой. Открытые системы рассматриваются как системы, которые могут обмениваться с окружающими телами энергией, веществом и информацией. Открытая система всегда динамическая: в ней непрерывно происходят изменения, и, естественно, она сама подвержена изменениям. Благодаря сложности данных систем в них возможны процессы самоорганизации, которые служат началом возникновения качественно новых и более сложных структур в ее развитии.

Онтогенез человеческого организма есть непрекращающийся процесс постоянного движения, направленный на поддержание количественно-качественных особенностей в организме человека. Причем для дальнейшего самообновления и поддержания динамического равновесия организма нужны дополнительные вещества, энергия и информация, получить которые он может лишь при взаимодействии с внешней средой. Исследуя организм как открытую систему, необходимо целостное его рассмотрение, установление взаимодействия составных частей или элементов в совокупности.

В медицине исторически под влиянием естественных наук, а главное — анатомических исследований, несмотря на провозглашенный (начиная с основополагающих работ С. Г. Зыбелина, М. Я. Мудрова, Е. О. Мухина, И. М. Сеченова, И. П. Павлова и др.) принцип целостности организма, сложилось органное мышление.

Любой современный учебник по важнейшим фундаментальным дисциплинам, таким, например, как анатомия, физиология, гистология и другие, строится по органному принципу. Органная пато-

логия — это болезни сердца, легких, печени, желудочно-кишечного тракта, почек, мозга и т. д. Врачи разделились по органным специальностям. Патогенез, диагностика и лечение непосредственно связываются с функцией конкретных органов, и профессиональный взгляд врача, как правило, в основном направлен в сторону больных органов (Судаков К. В., 1999).

П. К. Анохин сформулировал новый подход к пониманию функций целого организма. Взамен классической физиологии органов, традиционно следующей анатомическим принципам, теория функциональных систем провозглашает системную организацию функций человека от молекулярного вплоть до социального уровня.

Функциональные системы (по: Анохин П. К.) — самоорганизующиеся и саморегулирующиеся динамические центрально-периферические организации, объединенные нервными и гуморальными регуляциями, все составные компоненты которых содействуют обеспечению различных полезных для самих функциональных систем и для организма в целом адаптивных результатов, удовлетворяющих его потребности.

Теория функциональных систем, таким образом, радикально изменяет сложившиеся представления о строении организма человека и его функциях. Взамен представлений о человеке как наборе органов, связанных нервной и гуморальной регуляцией, данная теория рассматривает организм человека как совокупность множества взаимодействующих функциональных систем различного уровня организации, каждая из которых, избирательно объединяя различные органы и ткани, так же как и предметы окружающей действительности, обеспечивает достижение полезных для организма приспособительных результатов, обуславливающих в конечном счете устойчивость метаболических процессов.

С этих же позиций адаптация человека определяется как способность его функциональных систем обеспечивать достижение значимых результатов.

Анализ механизмов саморегуляции жизненно важных констант организма (кровенное давление, напряжение углекислого газа и кислорода в артериальной крови, температура внутренней среды, осмотическое давление плазмы крови, стабилизация центра тяжести в площади опоры и т. д.) показывает, что аппаратом саморегуляции выступает функциональная).

«Все функциональные системы, независимо от уровня своей организации и от количества составляющих их компонентов, имеют принципиально одну и ту же функциональную архитектуру, в которой результат является доминирующим фактором, стабилизирующим организацию систем» (Анохин П. К., 1971).

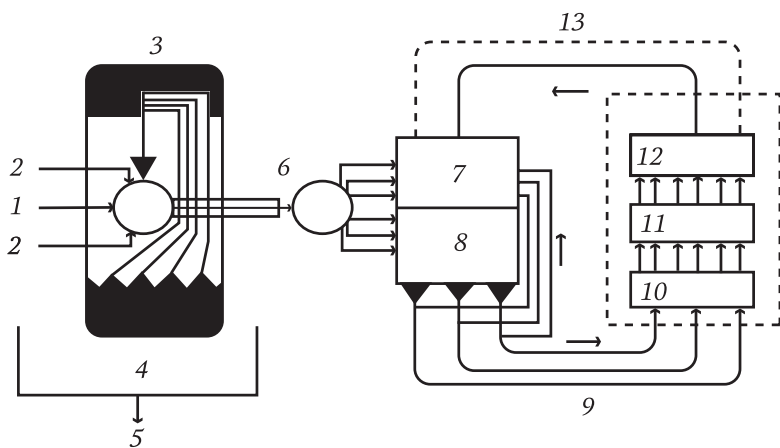


Рис. 1. Схема саморегуляторных механизмов функциональной системы (по: Анохин П. К.):

1 – пусковой стимул (раздражение); 2 – обстановочные аффертации; 3 – память; 4 – доминирующая мотивация; 5 – афферентный синтез; 6 – принятие решения; 7 – акцептор результата действия; 8 – программа действия; 9 – эфферентные возбуждения; 10 – действие; 11 – результат действия; 12 – параметры результата; 13 – обратная афферентация

К узловым механизмам, лежащим в основе структуры поведенческого акта любой степени сложности, относятся: афферентный синтез; стадия принятия решения; формирование акцептора результата действия; формирование самого действия (эфферентный синтез); многокомпонентное действие; достижение результата; обратная афферентация о параметрах достигнутого результата и сопоставление его с ранее сформировавшейся моделью результата в акцепторе результата действия (рис. 1).

Одни функциональные системы своей саморегуляторной деятельностью определяют устойчивость различных показателей внутренней среды – гомеостаз, другие – адаптацию живых организмов к среде обитания.

В ходе фило- и онтогенеза функциональные системы постоянно совершенствовались. Причем старые системы не устранялись новыми и усовершенствованными системами и механизмами управления;

эволюционно ранние механизмы адаптации сохранялись и входили в определенные взаимодействия как с более древними, так и с более новыми механизмами.

Теория функциональных систем (Анохин П. К., Судаков К. В.) выделяет четыре типа систем: морфофункциональные, гомеостатические, нейродинамические, психофизиологические.

Морфофункциональные системы связаны с деятельностью определенных функций. К ним относятся опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистая, дыхательная, эндокринная, нервная системы, клетки, органоиды, молекулы. Словом, все, что выполняет какую-либо функцию.

Гомеостатические функциональные системы включают подкорковые образования, вегетативную нервную и другие системы организма. Основная роль этой системы заключается в поддержании постоянства внутренней среды организма. Гомеостатические системы тесно взаимодействуют с морфофункциональными, которые вписываются в них отдельными элементами.

Нейродинамические системы в качестве ведущего структурного элемента имеют кору головного мозга, а именно первую сигнальную систему. В рамках этой системы формируется аппарат эмоций как механизм оптимизации функций организма и поведения в условиях взаимодействия организма и окружающей среды. Развитие коры резко расширило адаптивные возможности организма, подчиняя себе вегетативные функции. Нейродинамические системы включают в себя элементы гомеостатической и морфофункциональной систем.

Психофизиологические функциональные системы, как и нейродинамические, ведущим структурным элементом имеют кору головного мозга, однако те ее отделы, которые связаны со второй сигнальной системой. Вторая сигнальная система усовершенствовала механизмы адаптивного поведения за счет формирования социальных форм адаптации. Психофизиологические функциональные системы реализуют свою деятельность через вегетативную нервную систему и посредством эмоций, морфологической основой которых являются подкорковые образования (лимбическая система, таламус, гипоталамус и другие). Они включают в себя элементы структурной архитектоники нейродинамических, гомеостатических и морфофункциональных систем.

Компенсация может осуществляться одной системой, по отношению к которой данный фактор наиболее специфичен. Если возможности специфической системы оказываются ограниченными, подключаются другие системы.

Одни функциональные системы генетически детерминированы, другие складываются в индивидуальной жизни в процессе взаимодей-

ствия организма с разнообразными факторами внутренней и внешней среды, т. е. на основе обучения. Естественно, что наиболее сложные и совершенные функциональные системы имеются у людей, как наиболее совершенных живых существ. Понять их взаимодействия можно с учетом представлений о структурных уровнях организации биосистем.

Уровни организации функциональных систем (Судаков К. В., 1999): метаболический, гомеостатический, поведенческий, психический, социальный.

На *метаболическом* уровне функциональные системы обуславливают достижение завершающих этапов химических реакций в тканях организма. При появлении определенных продуктов химические реакции по принципу саморегуляции прекращаются или, наоборот, активируются. Типичным примером функциональной системы метаболического уровня является процесс ретроингибирования.

На *гомеостатическом* уровне многочисленные функциональные системы, объединяющие нервные и гуморальные механизмы, по принципу саморегуляции обеспечивают оптимальный уровень важнейших показателей внутренней среды организма, таких как масса крови, кровяное давление, температура, рН, осмотическое давление, уровень газов, питательных веществ и т. д.

На *поведенческом* биологическом уровне функциональные системы определяют достижение человеком биологически важных результатов — специальных факторов внешней среды, удовлетворяющих его ведущие метаболические потребности в воде, питательных веществах, защите от разнообразных повреждающих воздействий и в удалении из организма вредных продуктов жизнедеятельности; полную активность и т. д.

Функциональные системы *психической* деятельности человека строятся на информационной основе идеального отражения человеком его различных эмоциональных состояний и свойств предметов окружающего мира с помощью языковых символов и процессов мышления. Результаты функциональных систем психической деятельности представлены отражением в сознании человека его субъективных переживаний, важнейших понятий, абстрактных представлений о внешних предметах и их отношений, инструкций, знаний и т. д.

На *социальном* уровне многообразные функциональные системы определяют достижение отдельными людьми или их группами социально значимых результатов в учебной и производственной деятельности, в создании общественного продукта, в охране окружающей среды, в мероприятиях по защите Отечества, в духовной деятельности, в общении с предметами культуры, искусства и т. д. (Анохин П. К., Судаков К. В.).

Взаимодействие функциональных систем в организме осуществляется на основе принципов иерархического доминирования, мультипараметрического и последовательного взаимодействия, системогенеза и системного квантования процессов жизнедеятельности.

Иерархическое доминирование функциональных систем. Всегда один из параметров общей потребности организма выступает в роли ведущего, доминирующего, будучи наиболее значимым для выживания, продления рода или для адаптации человека во внешней и прежде всего социальной среде, формируя доминирующую функциональную систему. При этом все другие функциональные системы либо затормаживаются, либо своей результативной деятельностью способствуют деятельности доминирующей системы. По отношению к каждой доминирующей функциональной системе субдоминирующие системы в соответствии с их биологической значимостью и значимостью для социальной деятельности человека, начиная от молекулярного вплоть до организменного и социального общественного уровня, выстраиваются в определенном иерархическом порядке. Иерархические взаимоотношения функциональных систем в организме строятся на основе результатов их деятельности.

Мультипараметрическое взаимодействие. Особенно отчетливо принцип мультипараметрического взаимодействия проявляется в деятельности функциональных систем гомеостатического уровня, в которых изменение одного показателя внутренней среды, представляющего результат деятельности какой-либо функциональной системы, немедленно сказывается на результатах деятельности других связанных с ним функциональных систем. Принцип мультипараметрического взаимодействия отчетливо выявляется, например, в деятельности функциональной системы, определяющей уровень газовых показателей в организме.

Последовательное взаимодействие функциональных систем. В организме человека деятельность различных функциональных систем последовательно связана друг с другом во времени, когда результат деятельности одной функциональной системы последовательно формирует другую потребность и соответствующую функциональную систему.

Принцип последовательного взаимодействия различных функциональных систем в организме человека отчетливо проявляется в континууме процессов кровообращения, пищеварения, дыхания, выделения и т. д.

Особую разновидность последовательного взаимодействия функциональных систем во времени представляют *процессы системогенеза.*

Учебное издание

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

**Иванов Владимир Петрович, Иванова Наталья Васильевна,
Полоников Алексей Валерьевич**

Учебник для медицинских вузов

Под общей редакцией В. П. Иванова

Подписано в печать 02.03.2012. Формат $60 \times 88 \frac{1}{16}$. Печ. л. 20,0.
Усл. печ. л. 20,0. Тираж ??? экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29
Тел./факс: (812) 251-66-54; 251-16-94
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано с диапозитивов в