

Оглавление

Предисловие редактора перевода	5	Определение нуклеотидной последовательности ДНК	49
Предисловие	6	Коллинеарны ли гены и белки?	51
ЧАСТЬ I. ПРИРОДА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	7	Гены эукариот могут быть прерывистыми	52
Глава 1. Что такое ген? Генетическая точка зрения	8	Перекрывающиеся и альтернативные гены	53
Элементарный фактор наследственности	8	Что такое ген?	54
Независимость различных генов	9	Рекомендуемая литература	54
Роль хромосом в наследственности	10	Глава 4. Расшифровка генетического кода	55
Гены располагаются в хромосомах	12	ДНК нужна только для того, чтобы кодировать последовательность аминокислот	55
Гены линейно выстроены вдоль хромосом	14	Генетический код считывается триплетами	57
Генетические карты непрерывны	16	Аппарат для последовательного белкового синтеза	59
Один ген — один белок	17	Кодоны, соответствующие аминокислотам	59
Новое определение: цистрон	18	Природа сигналов терминации	60
Замечания, касающиеся терминологии	20	Универсален ли код?	62
Рекомендуемая литература	21	Трансляция при перекрывающихся рамках считывания	62
Глава 2. Что такое ген? Биохимическая точка зрения	21	Рекомендуемая литература	64
Генетический материал — это ДНК	21	Глава 5. От гена к белку	64
Дальнейшие доказательства роли ДНК	23	Синтез белка происходит в рибосомах	64
Компоненты ДНК	24	Поиски посредника	65
ДНК — двойная спираль	26	Транспортная РНК — адаптор	67
Об альтернативных двуспиральных структурах	29	Рибосомы передвигаются, как конвоиры	69
Двойная спираль может подвергаться суперспирализации	32	Рекомендуемая литература	70
Суперспирализация влияет на структуру двойной спирали	33	ЧАСТЬ II. СИНТЕЗ БЕЛКОВ	71
РНК тоже имеет вторичную структуру	33	Глава 6. Конвейер для сборки полипептидных цепей	72
ДНК можно денатурировать и ренатурировать	35	Функциональные участки рибосомы	72
Нуклеиновые кислоты гибридизуются путем спаривания оснований	36	Инициация: специальная иницирующая тРНК	73
Молекулярная основа мутаций	37	В инициации принимают участие 30S-субчастицы и вспомогательные факторы	75
Мутации концентрируются в горячих точках	38	Недолговечная «свобода» 30S-субчастиц	76
Частота мутирования	41	Освобождение инициаторной тРНК	76
Рекомендуемая литература	42	В инициации у эукариот участвует много факторов	77
Глава 3. Что такое ген? Молекулярная структура	42	Важная роль фактора eIF2 в синтезе белка	78
Прямые исследования структуры гена	43	Последовательность событий в прокариотах и эукариотах	79
Рестриктирующие ферменты расщепляют ДНК на специфичные фрагменты	44	Элонгация: поступление аминоацил-тРНК в А-участок	79
Построение рестрикционной карты	45	Гидролиз GTP происходит после присоединения аминоацил-тРНК	81
Некоторые тонкости рестрикционного картирования	45	За образование пептидной связи ответственна рибосома	81
Сайты рестрикции можно использовать в качестве генетических маркеров	46		

Стадия транслокации	82	ЧАСТЬ III. СИНТЕЗ РНК	131
Извлечение энергии, необходимой для работы рибосомы	84	Глава 10. РНК-полимеразы – транскрипционный аппарат клетки	132
Терминация: завершение синтеза белка	85	Что представляет собой РНК-полимераза?	132
Рекомендуемая литература	85	Субъединичная структура бактериальной РНК-полимеразы	133
Глава 7. Транспортная РНК: трансляционный посредник	85	Сигма-фактор контролирует связывание РНК-полимеразы с ДНК	133
Универсальная структура клеверного листа тРНК содержит много модифицированных оснований	86	Рабочий цикл сигма-фактора	135
L-образная пространственная структура тРНК Синтазы ответственны за подбор соответствующих друг другу аминокислот и тРНК	87	Минимальный фермент синтезирует РНК	135
Стадия активации	89	Функции субъединиц минимального фермента РНК-полимеразы фагов, возможно, являются «минимальными» ферментами	137
Кодон-антикодонное узнавание и гипотеза неоднозначного соответствия	91	Сложные эукариотические РНК-полимеразы	137
Модификация оснований может контролировать узнавание кодона	92	Рекомендуемая литература	138
Митохондрии содержат минимальный набор тРНК	94	Глава 11. Промоторы: сайты инициации транскрипции	139
Мутантные тРНК способны прочитывать различные кодоны	96	Определение стартовой точки <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>	139
Конкуренция между супрессорными и обычными тРНК	97	Сайт связывания РНК-полимеразы	140
Транспортная РНК может изменить рамку считывания	98	Консервативная последовательность в промоторах <i>E. coli</i>	143
Рекомендуемая литература	100	Промоторные мутации, усиливающие и ослабляющие экспрессию генов	144
Глава 8. Рибосомы как фабрики белкового синтеза	102	Основные точки контакта в промоторе	146
Рибосомы – компактные рибонуклеопротеиновые частицы	103	Узнавание промоторов и расплетание двойной спирали ДНК	147
Структура рибосомной РНК	105	Позитивная регуляция работы промоторов	148
Каждый рибосомный белок характеризуется специфической локализацией	107	Возможные консервативные последовательности для РНК-полимеразы II	149
Взаимодействие рибосомных белков и рРНК	107	Системы транскрипции <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i>	149
Диссоциация и реконструкция рибосомных субчастиц	109	В системе <i>in vitro</i> РНК-полимераза II функционирует правильно	150
Мутации, влияющие на самосборку рибосомы	109	Промоторы РНК-полимеразы II многокомпонентны	151
Порядок самосборки определяется пространственной организацией субчастиц	110	Промотор РНК-полимеразы III расположен в самой транскрипционной единице	154
Мутационные изменения могут затрагивать все компоненты рибосомы	111	Рекомендуемая литература	156
Рибосомы содержат несколько активных центров	112	Глава 12. Системные переключения иницирования транскрипции	156
Связывание 30S-субчастиц с мРНК	113	Спорообразование	157
Точность трансляции	114	Сигма-факторы, специфические для различных стадий фаговой инфекции	159
Рекомендуемая литература	115	Для каждого сигма-фактора может существовать своя собственная консервативная последовательность – 35 и – 10	159
Глава 9. Информационная РНК в качестве матрицы для синтеза белка	115	Новая фагоспецифическая РНК-полимераза	161
Недолговечность бактериальных мРНК	116	Рекомендуемая литература	161
Строение бактериальной мРНК	116	Глава 13. Терминация и антитерминация	162
Трансляция полицистронной мРНК	116	Обнаружение терминаторов в системе <i>in vitro</i>	162
Функциональное определение эукариотической мРНК	119	Существуют р-зависимые и р-независимые терминаторы	162
3'-конец эукариотических мРНК может быть полиаденилирован	120	Немного об инвертированных повторах	163
Выделение мРНК с использованием poly(A)-конца	121	Достигнув полидрома, минимальный фермент приостанавливается	164
Эукариотические мРНК имеют метилированный «кэп» на 5'-конце	122	Как работает фактор р?	166
Возможности трансляционных систем <i>in vitro</i>	123	Мутации по гену фактора р	167
Для инициации, по-видимому, необходимо комплементарное взаимодействие между мРНК и рРНК	124	Механизм антитерминации, контролируемый фаговым геномом	168
Малые субъединицы могут перемещаться в сайты инициации эукариотических мРНК	126	Антитерминация зависит от определенных сайтов в ДНК	169
Связь белкового синтеза с внутриклеточной локализацией	127	Существуют ли дополнительные субъединицы у РНК-полимеразы?	171
Рекомендуемая литература	130	Трудности в изучении терминации у эукариот	172
		Рекомендуемая литература	173
		ЧАСТЬ IV. КОНТРОЛЬ ГЕННОЙ ЭКСПРЕССИИ У ПРОКАРИОТ	175
		Глава 14. Оперон на примере организации лактозных генов	176

Индукция и репрессия контролируется малыми молекулами	176		
Кластеры генов регулируются координированно	177		
Регуляторный ген контролирует структурные гены	178		
Контролирующая система оперона	178		
Конститутивные мутации определяют действия репрессора	178		
Функция оператора <i>cis</i> -доминантна	180		
В промоторе или гене репрессора могут встречаться неиндуцибельные мутации	181		
Каким путем репрессор блокирует транскрипцию?	181		
Контакты в операторе	182		
Взаимодействие субъединиц репрессора	184		
Репрессор-белок, связывающийся с ДНК	184		
Отделение репрессора от ДНК	185		
Накопление излишков репрессора	186		
Парадокс индукции	187		
Рекомендуемая литература	188		
Глава 15. Системы контроля: средства регуляции оперонов	188		
Различия между позитивным и негативным контролем	188		
Триптофановый оперон является репрессибельным	190		
Модификация координированной регуляции Триптофановый оперон контролируется с помощью аттенуации	191		
Аттенуация контролируется с помощью альтернативных вторичных структур	191		
Широкое распространение явления аттенуации Репрессия может иметь место для множества локусов	192		
Арабинозный оперон находится под двойным контролем	194		
Сложная организация регуляторной области <i>ara</i> -оперона	196		
Двойной промотор галактозного оперона	197		
Катаболитная репрессия способствует преимущественному использованию глюкозы	200		
Аутогенный контроль трансляции рибосомных белков	201		
Аутогенный контроль и сборка макромолекул Неблагоприятные условия определяют строгий ответ	201		
Рекомендуемая литература	203		
Глава 16. Литический каскад и лизогенная репрессия	204		
Литический цикл состоит из отдельных стадий	205		
Литическое развитие подвержено каскадной регуляции	206		
Образование кластеров генов с родственными функциями у фагов T7 и T4	207		
О том, как фаг лямбда осуществляет свой литический каскад	208		
Лизогения поддерживается благодаря аутогенному циклу	208		
Репрессор-димер с различными доменами Репрессор связывается кооперативно в каждом операторе	210		
Как запускается синтез репрессора?	213		
Для литической инфекции необходим антирепрессор	214		
Чувствительный баланс: лизогения против лизиса	216		
Рекомендуемая литература	218		
Глава 17. Геномы эукариот: множество последовательностей	219		
Парадокс величины <i>S</i> характеризует различия в размерах геномов	220		
Кинетика реассоциации зависит от генетической сложности последовательностей ДНК Эукариотические геномы состоят из последовательностей нескольких типов	222		
Размер генома можно оценивать по сложности неповторяющейся ДНК	224		
Геномы эукариот содержат повторяющиеся последовательности	225		
Умеренно повторяющаяся ДНК состоит из множества различных последовательностей	226		
Члены семейств повторяющихся последовательностей сходны, но не идентичны	227		
Участки умеренно повторяющейся ДНК чередуются с участками неповторяющейся ДНК	228		
Рекомендуемая литература	229		
Глава 18. Структурные гены: как они представлены в мРНК	229		
Являются ли структурные гены уникальными или повторяющимися?	230		
Большая часть структурных генов относится к неповторяющейся ДНК	230		
Сколько уникальных генов экспрессируется? Оценка числа генов по кинетике реакции, определяемой концентрацией РНК	231		
Уровни экспрессии генов сильно различаются Перекрывание популяций мРНК	232		
Рекомендуемая литература	234		
Глава 19. Исследование ДНК	234		
Любая последовательность ДНК может быть клонирована в бактериях	236		
Получение химерной ДНК	236		
Получение ДНК-копий на матрице мРНК Выделение из генома индивидуальных генов Клонирование всей ДНК генома («шотган») с образованием библиотек генов	238		
Эукариотические гены могут экспрессироваться в бактериях с образованием белка	241		
Рекомендуемая литература	242		
Глава 20. Структурные гены: внутренняя организация	243		
Обнаружение прерывистых генов с помощью электронной микроскопии	244		
Рестрикционное картирование прерывистых генов	246		
Характеристика фрагментов геномной ДНК Гены имеют самое разнообразное строение и размеры	248		
Интроны генов, кодирующих рРНК и тРНК Интроны-неповторяющиеся и быстро эволюционирующие компоненты генома	250		
На границах экзон-интрон имеется каноническая последовательность	252		
Интрон одного гена может быть экзоном другого гена	254		
Интрон, который может кодировать регуляторный белок	255		
Сложные локусы имеют очень большие размеры и участвуют в регуляции	258		
Как появились прерывистые гены?	262		
Рекомендуемая литература	264		

ЧАСТЬ VI. КЛАСТЕРЫ СХОДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДНК 267		Высокоповторяющаяся ДНК образует сателлитную ДНК 300
Глава 21. Структурные гены: организация родственных генов 268	Множество типов глобинов 268	Сателлитная ДНК часто располагается в области гетерохроматина 301
Гены глобинов организованы в виде кластеров 269	Неравный кроссинговер приводит к перестройке кластеров генов 270	Сателлитная ДНК членистоногих состоит из очень коротких идентичных повторов 302
Многие формы α -талассемии – результат неравного кроссинговера 272	Новые гены, образующиеся при β -формах талассемии 272	Сателлитная ДНК млекопитающих состоит из иерархически организованных повторов Реконструкция этапов эволюции сателлитной ДНК мыши 304
Кластеры генов подвержены постоянным перестройкам 273	Эволюционное древо глобиновых генов 274	Различия в существующей в настоящее время повторяющейся единице сателлитной ДНК Роль неравного кроссинговера 305
Дивергенция нуклеотидных последовательностей указывает на различие путей эволюции организмов 275	Два типа дивергенций последовательностей ДНК 275	Фиксация при кроссинговере может обеспечивать существование идентичных повторов Рекомендуемая литература 308
Использование часов для изучения эволюции генов глобина 276	Механизмы, обеспечивающие сохранение в геноме функционально активных последовательностей 277	ЧАСТЬ VII. СОЗРЕВАНИЕ рНК: ПРОЦЕССИНГ 309
Псевдогены – тупики эволюции 278	Семейства генов обычно кодируют белки, богато представленные в клетке 279	Глава 25. Образование стабильной рНК путем разрезания и подравнивания предшественника 310
Рекомендуемая литература 280	Глава 22. Геномы клеточных органелл 280	Фосфодиэфирные связи могут расщепляться с обеих сторон 311
Гены органелл не подчиняются законам Менделя 281	Геномы органелл представляют собой кольцевые молекулы ДНК 282	рНКазы III «вырезают» ранние мРНК фага T7 из полицистронного продукта транскрипции 311
Геномы органелл представляют собой кольцевые молекулы ДНК 282	В органеллах экспрессируются их собственные гены 282	Рибосомные рНК образуются из своих предшественников под действием рНКазы III 313
Митохондриальный геном дрожжей имеет большие размеры 284	Компактная организация генома митохондрий млекопитающих 285	Сайты расщепления при созревании эукариотической рРНК 314
ДНК некоторых органелл участвует в процессе рекомбинации 287	Перестройки митохондриальной ДНК дрожжей 288	тРНК разрезаются и подравниваются несколькими ферментами 315
Рекомендуемая литература 288	Глава 23. Сходство и различия кластеров tandemных генов 289	Рекомендуемая литература 317
Гены гистонов образуют повторы 289	Разнообразие кластеров tandemных генов гистона 290	Глава 26. Механизмы сплайсинга рНК 317
рРНК и тРНК кодируются повторяющимися генами 291	Тандемно повторяющаяся единица включает оба рРНК гена 292	Сплайсинг дрожжевой тРНК включает разрезание и сшивание 318
Некоторые рРНК-гены располагаются не в хромосомах 293	О нетранскрибирующихся спейсерах и промоторах 294	Необычный сплайсинг рРНК <i>Tetrahymena</i> 320
5S-гены и псевдогены перемежаются 294	Эволюционная дилемма 295	рНК как катализатор: расширение понятия биохимического катализа 321
Бактериальные рРНК-гены и тРНК-гены входят в состав одних и тех же оперонов 296	тРНК-гены могут быть организованы в виде кластеров 297	Реакция сплайсинга рНК осуществляется в определенной предпочтительной последовательности 322
Рекомендуемая литература 298	Глава 24. Организация простых последовательностей ДНК 298	Границы сплайсинга могут быть взаимозаменяемыми 324
Семейство Alu 298	Обращенные повторы мгновенно ренатурируют 299	Мутации в канонических последовательностях могут влиять на сплайсинг 325
		Участвуют ли в сплайсинге малые ядерные рНК? 328
		Рекомендуемая литература 331
		Глава 27. Регуляция процессинга рНК 331
		гяРНК имеет большие размеры и нестабильна мРНК образуется из гяРНК 332
		Значение полиаденилирования 335
		гяРНК устроены более сложно, чем мРНК 336
		Осуществляется ли регуляция на посттранскрипционном уровне? 336
		Модели регуляции экспрессии генов 337
		Роль клеточных полипротеинов 341
		Рекомендуемая литература 342
		ЧАСТЬ VIII. УПАКОВКА ДНК 343
		Глава 28. О геномах и хромосомах 344
		Упаковка вирусных геномов в оболочку 344
		Бактериальный геном свернут в нуклеоид 347
		Нуклеоид содержит много суперспирализованных петель 348
		Различия между интерфазным хроматином и митотическими хромосомами 349

Эукариотическая хромосома как единица сегрегации	352	Глава 32. Топология репликации ДНК	409
Деспирализованное состояние хромосом «ламповых щеток»	354	Описание топологии ДНК	410
Гигантские хромосомы образуются в результате политении	355	Топологические перестройки ДНК	410
Нарушение хромосомной структуры при транскрипции	357	Гираз вводит отрицательные суперспирали в ДНК	412
Рекомендуемая литература	358	ДНК-полимеразы эукариот	413
Глава 29. Нуклеосомные частицы и структура хроматина	358	ДНК-полимеразы прокариот проявляют несколько ферментативных активностей	414
Белковые компоненты хроматина	359	Синтез ДНК является полунепрерывным	416
Хроматин содержит дискретные частицы	360	Синтез фрагментов Оказаки инициируется РНК	418
Нуклеосома – основная субъединица всего хроматина	361	Рекомендуемая литература	419
Частицы минимальной нуклеосомы высококонсервативны	362	Глава 33. Ферментативный аппарат репликации ДНК	420
ДНК закручена вокруг гистонового октамера ДНК, симметрично обработанная нуклеазами	363	Сложность репликационного аппарата бактерий	420
Нерешенный вопрос о периодичности ДНК	367	Инициация синтеза одиночной цепи ДНК	421
Организация гистонов и ДНК	368	Движение праймосомы	422
Сборка нуклеосом и репродукция хроматина	369	Инициация репликации в точках начала репликации двухцепочечной ДНК	425
Для сборки нуклеосом нужны негистоновые белки	372	Репликационный аппарат фага T4	427
Нуклеосомы в нитях хроматина	372	Репликационный аппарат фага T7	429
Петли, домены и остов	373	Проблема линейных репликонов	429
Рекомендуемая литература	375	Рекомендуемая литература	431
Глава 30. Нуклеосомы в активном хроматине	376	Глава 34. Система защиты ДНК	431
Существует ли упорядоченность в расположении нуклеосом?	376	Процессы рестрикции и модификации	432
Специфичность нуклеазы микробактерий	378	Альтернативные активности ферментов типа I	433
Сохраняют ли транскрибируемые гены нуклеосомную структуру?	379	Два вида активности ферментов типа III	435
Домены, чувствительные к ДНКазе в транскрибируемом хроматине	381	Механизмы репарации повреждения ДНК	436
Чувствительность к ДНКазе обусловлена негистоновыми белками	383	Системы эксцизионной репарации у <i>E. coli</i>	438
Гистоны подвергаются кратковременной модификации	384	Системы репарации у <i>E. coli</i> , включающие рекомбинацию	440
В некоторых нуклеосомах гистон H2A связывается с убиквитином	385	SOS-репарация	441
Экспрессия гена связана с деметилированием	386	Репарационные системы млекопитающих	442
Некоторые модели контроля метилирования	387	Рекомендуемая литература	442
Сайты, сверхчувствительные к ДНКазе, расположены перед активными промоторами	388	Глава 35. Восстановление и рекомбинация ДНК	443
В сверхчувствительных участках нет нуклеосом	390	Для осуществления рекомбинации необходим синхронизм гомологичных молекул ДНК	443
Предположения о природе активации гена	392	Разрыв и воссоединение осуществляется через гетеродуплексы ДНК	445
Рекомендуемая литература	393	Действительно ли двухцепочечные разрывы инициируют рекомбинацию?	446
ЧАСТЬ IX. СОХРАНЕНИЕ ДНК В РЯДУ ПОКОЛЕНИЙ	395	Выделение промежуточных продуктов рекомбинации	447
Глава 31. Репликон: единица репликации	396	Обмен между цепями, осуществляемый при участии белка Rec A	448
Синтез ДНК является последовательным и полуконсервативным	396	Белок Rec A и условия рекомбинации	450
Бактериальный геном представлен одним репликономом	398	Конверсия гена ответственна за межклеточную рекомбинацию	452
Согласованность процессов репликации ДНК и клеточного деления	399	Специализированная рекомбинация узнает специфические сайты	453
Каждая хромосома эукариот содержит много репликонов	402	Ступенчатый разрыв и воссоединение в коре	454
Выделение точек начала дрожжевых репликонов	403	Рекомендуемая литература	456
Репликация может происходить по типу «глазков», «катящихся колец» или D-петель	404	ЧАСТЬ X. ДИНАМИЧНОСТЬ ГЕНОМА: ПОСТОЯННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ДНК	457
Несовместимость плазмид связана с числом их копий	406	Глава 36. Транспозирующиеся элементы бактерий	458
Рекомендуемая литература	408	Открытие транспозиции у бактерий	459
		Инсерционные последовательности – это простейшие транспозоны	460
		Сложные транспозоны содержат IS-модули	461
		Только один модуль транспозона Tn10 функциональный	462
		Модули транспозона Tn5 почти идентичны, однако функционально очень различаются	463
		Транспозиция включает репликативную рекомбинацию	464

Транспозиция Tn3 происходит путем разрешения коинтеграта	466	В клетке могли происходить РНК-зависимые транспозиции	494
Некоторые необычные свойства транспозирующего фага Mu	469	Тканеспецифичные вариации в геноме дрозофилы	495
Фазовая вариация у сальмонелл определяется инверсией	470	Селекция амплифицированных последовательностей генома	497
Рекомендуемая литература	472	Введение экзогенных последовательностей посредством трансфекции	500
Глава 37. Мобильные элементы эукариот	472	Трансфицируемая ДНК способна включаться в геном клеток зародышевой линии	501
Дрожжевые элементы Tu напоминают бактериальные транспозоны	473	Рекомендуемая литература	502
В геноме <i>D. melanogaster</i> содержится несколько типов мобильных элементов	474	Глава 39. Как формируется многообразие антител	502
Сложные локусы и «прогулка по хромосоме» Внедрения в локус w определяют сложность мишени	476	Иммуноглобулиновые гены образуются путем соединения ранее независимых частей	504
Роль мобильных элементов в гибридном дисгенезе	480	Природное разнообразие иммуноглобулиновых генов в клетках зародышевой линии	506
Контролирующие элементы кукурузы способны транспозироваться	481	Реакция объединения генных сегментов — дополнительный источник разнообразия антител	508
Элемент <i>Ds</i> способен транспозироваться или вызывать хромосомные разрывы	482	Рекомбинация между V- и С-генами вызывает делеции и перестройки последовательностей ДНК	509
Транспозиция <i>Ds</i> -элемента связана с репликацией	484	Некоторые возможные случаи аллельного исключения	511
Молчащие и активные локусы дрожжей, контролирующие тип спаривания	485	Дальнейшая рекомбинация ДНК обуславливает переключение классов иммуноглобулинов	512
Молчащие и активные кассеты имеют одинаковые последовательности	486	Изменения в экспрессии ранних генов тяжелой цепи могут происходить за счет процессинга РНК	513
Однонаправленная транспозиция инициируется реципиентным локусом <i>MAT</i>	488	Соматические мутации вносят определенный вклад в разнообразие антител	515
Рекомендуемая литература	489	Строение главного локуса гистосовместимости	516
Глава 38. Элементы, способные к перемещению в пределах генома и вне его	490	Рекомендуемая литература	518
Жизненный цикл ретровирусов связан с событиями, напоминающими транспозицию	490	Словарь терминов	519
Ретровирусы способны трансдуцировать клеточные последовательности	492	Предметный указатель	529
		Указатель латинских названий	538

Монография

Бенджамин Льюин

ГЕНЫ

Спец. редактор Г. Н. Ениколопов
 Ст. научн. редактор Л. Г. Тер-Саркисян
 Научный редактор М. Р. Погосбекова
 Мл. научн. редактор З. В. Соллертинская
 Художник Ю. С. Урманчиев
 Художественный редактор А. Я. Мусин
 Технический редактор А. Л. Гулина
 Корректор Н. А. Мистрюкова

ИБ № 5535

Сдано в набор 19.05.86. Подписано к печати 26.08.87. Формат 60 × 90¹/₈. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Гарнитура таймс. Объем 34,00 бум. л. Усл. печ. л. 68,00. Усл. кр.-отт. 136,25. Уч. изд. л. 87,72. Изд. № 4/4114. Тираж 14 000 экз. Зак. 1102. Цена 6 р. 80 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

129820, ГСП, Москва, И-110, 1-й Рижский пер., 2

Можайский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 143200, г. Можайск, ул. Мира, 93