



СЕЧЕНОВСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Под редакцией  
Г. В. Раменской

# ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебник

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ

Рекомендовано  
Координационным советом по области образования  
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве  
учебника для использования в образовательных  
учреждениях, реализующих основные профессиональные  
образовательные программы высшего образования  
по направлению подготовки специалитета  
по специальности 33.05.01 «Фармация»



Москва  
Лаборатория знаний  
2021

УДК 615.1/4(075.8)  
ББК 52.8я73  
Ф24

**Фармацевтическая химия : учебник / под ред. Ф24 Г. В. Раменской. — Электрон. изд. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 640 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.**

ISBN 978-5-00101-824-7

Предлагаемый учебник «Фармацевтическая химия» относится к новому поколению учебной литературы. Содержание книги отражает самые последние изменения, связанные с появлением новых лекарственных средств и внедрением в практику современных методов фармацевтического анализа и контроля качества лекарственных препаратов.

В книге подробно и всесторонне представлены классификация лекарственных средств, взаимосвязь между их структурой, химическими свойствами и фармакологическим действием. Рассмотрены основы молекулярного докинга и стратегии разработки лекарственных средств, в том числе вопросы компьютерного конструирования, стабильности, фармацевтической несовместимости. Представлены новые разделы: биологических препаратов (инсулин, вакцины, сыворотки, моноклональные антитела и др.) и медицинской химии, посвященный опиоидным анальгетикам.

Издание подготовлено сотрудниками кафедры фармацевтической и токсикологической химии им. А. П. Арзамасцева Института фармации им. А. П. Нелюбина Первого МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский университет) с учетом всех положений действующего ФГОС ВПО — специалитет по специальности 33.05.01 «Фармация».

УДК 615.1/4(075.8)  
ББК 52.8я73

**Деривативное издание на основе печатного аналога: Фармацевтическая химия : учебник / под ред. Г. В. Раменской. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 637 с. : ил.**

ISBN 978-5-00101-343-3.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

© ФГАОУ ВО Первый МГМУ  
им. И. М. Сеченова Минздрава  
России (Сеченовский Университет),  
2021  
© Лаборатория знаний, 2021

ISBN 978-5-00101-824-7

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Авторский коллектив</b> .....	4
 <b>Глава 1. Общие методы и приемы анализа качества лекарственных средств</b> .....	5
Молекулярный докинг и стратегии разработки лекарственных средств ...	5
Стратегия компьютерного конструирования лекарств (computer-aided drug design, CADD) .....	6
Проектирование молекул лекарственных средств, основанное на структуре мишени (SBDD) .....	9
Молекулярный докинг .....	9
<i>Оценка энергии связывания</i> .....	10
<i>Ковалентные связи</i> .....	10
<i>Молекулярная динамика (MD)</i> .....	10
<i>Ингибиторы взаимодействия белка с белком и молекулярный докинг</i> .....	11
<i>Предсказание аффинности лигандов</i> .....	11
<i>Предсказание фармакокинетических свойств</i> .....	12
Конструирование лекарств на основе структур лигандов (технология LBDD) .....	12
Виртуальный скрининг .....	13
<i>Структурный виртуальный скрининг</i> .....	13
<i>Лигандный виртуальный скрининг</i> .....	13
Молекулярный докинг и исследования по созданию новых лекарств .	13
<i>Открытие ингибиторов Mycobacterium tuberculosis с использованием SBVS и фармакофорного моделирования</i> .....	13
<i>Открытие ингибиторов протеаз</i> .....	14
<i>Идентификация новых серий ингибиторов STAT3 путем виртуального скрининга</i> .....	14
<i>Открытие ингибиторов Pim-1-киназы</i> .....	14
<i>Идентификация ингибиторов альдоредуктазы с помощью MD и SBVS</i> .....	14
<i>Создание селективных ингибиторов ЦОГ-2</i> .....	15

Выводы .....	15
Фармацевтическая несовместимость .....	15
Физическая или физико-химическая несовместимость .....	17
<i>Увлажнение порошков</i> .....	17
<i>Образование эвтектических смесей</i> .....	18
<i>Нерастворимость в данной дисперсионной среде</i> .....	19
<i>Снижение растворимости под влиянием избытка одноименных ионов сильных электролитов</i> .....	19
<i>Уменьшение растворимости при изменении условий растворения (смена растворителя)</i> .....	20
Химическая несовместимость .....	20
Взаимодействие лекарственных средств с наполнителями .....	20
<i>Разрушение, вызванное прямым взаимодействием лекарств с наполнителями</i> .....	21
<i>Разрушение, вызванное примесями в наполнителях</i> .....	22
<i>Разрушение, вызванное продуктами разрушения наполнителей</i> .....	22
<i>Разрушение при взаимодействии с упаковочным материалом</i> .....	22
Стабильность лекарственных средств. Химические основы .....	23
Основные термины и понятия .....	23
Термодинамика и кинетика химических реакций .....	26
Порядок реакции. Период полупревращения. Предсказание срока годности для лекарственных препаратов .....	29
Стабильность лекарственных средств в твердом состоянии .....	30
Гидролитическая деградация .....	32
<i>Сложные эфиры</i> .....	35
<i>Лактоны</i> .....	36
<i>Лекарственные средства, содержащие амидную группу</i> .....	37
<i>β-Лактамные антибиотики</i> .....	39
<i>Карбаматы</i> .....	40
<i>Фосфаты и фосфамиды</i> .....	42
<i>Сульфонамиды</i> .....	43
<i>Имиды и производные сульфонилмочевины</i> .....	44
<i>Имины (основания Шиффа)</i> .....	46
<i>Ацетали и полуацетали</i> .....	47
<i>Эфиры и эпоксиды</i> .....	49
Этерификация, переэтерификация и образование амидной связи .....	50
Окислительная деградация .....	51
<i>Окисление углерода с аллильными и бензильными заместителями</i> .....	52
<i>Окисление двойной связи</i> .....	53
<i>Третичные амины</i> .....	54
<i>Спирты. Альдегиды. Кетоны</i> .....	56
<i>Ароматические соединения</i> .....	57
Стандартные образцы .....	58
Физические и физико-химические методы исследования лекарственных средств .....	63

Определение температуры плавления и температурных пределов пегонки . . . . .	63
Рефрактометрия . . . . .	65
<i>Анализ жидких лекарственных форм, содержащих одно рас- творенное вещество . . . . .</i>	66
<i>Анализ многокомпонентных лекарственных препаратов . . . . .</i>	67
Поляриметрия . . . . .	68
Потенциометрия . . . . .	69
Спектральные методы анализа . . . . .	71
<i>Спектрометрия в инфракрасной области . . . . .</i>	72
<i>Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой обла- стях спектра . . . . .</i>	75
<i>Спектроскопия ядерного магнитного резонанса . . . . .</i>	80
<i>Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спек- трометрия . . . . .</i>	83
<i>Масс-спектрометрия . . . . .</i>	95
Хроматография . . . . .	97
<i>Основные хроматографические параметры . . . . .</i>	97
Определение подлинности химическими методами . . . . .	102
Анализ чистоты лекарственных средств . . . . .	111
Титриметрические методы анализа . . . . .	119
<i>Кислотно-основное титрование . . . . .</i>	120
<i>Окислительно-восстановительные методы . . . . .</i>	122
<i>Осадительное титрование . . . . .</i>	124
<i>Комплексометрическое титрование . . . . .</i>	125
<i>Единство методов титриметрического анализа . . . . .</i>	127
<i>Расчеты при титровании . . . . .</i>	127

## АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Глава 2. Водорода пероксид. Галогеносодержащие соедине- ния. Натрия нитрит. Натрия тиосульфат . . . . .	133
Водорода пероксид . . . . .	133
Производные галогенов . . . . .	134
Йод и его лекарственные препараты . . . . .	135
Хлороводородная кислота и хлороводородная кислота разведенная . .	138
Соли галогеноводородных кислот . . . . .	139
Анализ индивидуальных лекарственных средств . . . . .	143
<i>Натрия и калия хлориды . . . . .</i>	143
<i>Натрия и калия бромиды . . . . .</i>	145
<i>Натрия и калия йодиды . . . . .</i>	146
<i>Натрия фторид . . . . .</i>	147
<i>Натрия нитрит . . . . .</i>	148
<i>Натрия тиосульфат . . . . .</i>	149

<b>Глава 3. Препараты кальция, магния, бария, бора, алюминия, углерода, кремния, германия</b> .....	<b>151</b>
Подгруппа бериллия .....	151
Анализ индивидуальных лекарственных средств .....	154
<i>Магния гидроксид</i> .....	154
<i>Магния карбонат гидрат</i> .....	154
<i>Магния сульфат</i> .....	155
<i>Магния хлорид</i> .....	155
<i>Кальция карбонат</i> .....	156
<i>Кальция хлорид гексагидрат</i> .....	157
<i>Бария сульфат</i> .....	157
Подгруппа бора .....	159
Препараты бора .....	159
<i>Борная кислота</i> .....	159
<i>Натрия тетраборат, или бура</i> .....	161
Препараты алюминия .....	164
Подгруппа углерода .....	165
Препараты элементарного углерода .....	166
<i>Уголь активированный (Carbo activatus). Уголь из растительного сырья</i> .....	166
<i>Графен</i> .....	167
<i>Фуллерен C<sub>60</sub></i> .....	167
Соли угольной кислоты .....	168
<i>Лития карбонат</i> .....	168
<i>Натрия гидрокарбонат</i> .....	170
Препараты кремния .....	171
<i>Кремния диоксид коллоидный</i> .....	171
<i>Симетикон</i> .....	172
<i>Полиметилсилоксана полигидрат (Энтеросгель)</i> .....	173
Препараты германия .....	173
 <b>Глава 4. Соли и комплексные соединения висмута, цинка, меди, серебра, железа, платины и гадолиния</b> .....	 <b>175</b>
Общие химические реакции, используемые в анализе .....	181
<i>Висмута субнитрат</i> .....	182
<i>Висмута трикалия дицитрат (Де-Нол)</i> .....	184
<i>Цинка сульфат и цинка оксид</i> .....	185
<i>Меди сульфат</i> .....	187
<i>Серебра нитрат</i> .....	188
<i>Коллоидные соединения серебра</i> .....	190
<i>Соединения железа(II)</i> .....	190
<i>Соединения железа(III)</i> .....	191
<i>Комплексные соединения железа, платины и гадолиния</i> .....	191

## АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

<b>Глава 5. Алифатические алканы, их галогено- и кислородосодержащие соединения</b> . . . . .	<b>195</b>
Галогенопроизводные углеводов . . . . .	196
Предварительные испытания для доказательства наличия галогена в органических соединениях . . . . .	197
Переведение ковалентно связанных галогенов в ионное состояние, минерализация и идентификация галогенид-ионов . . . . .	197
<i>Минерализация фторсодержащих соединений и доказательство наличия фторид-иона</i> . . . . .	197
<i>Минерализация хлор- и бромсодержащих органических соединений и доказательство хлорид- и бромид-ионов</i> . . . . .	199
<i>Минерализация йодсодержащих органических соединений и доказательство йодид-ионов</i> . . . . .	199
<i>Идентификация фторотана</i> . . . . .	199
Спирты . . . . .	200
Получение . . . . .	201
Химические свойства и реакции подлинности . . . . .	201
<i>Кислотные свойства</i> . . . . .	202
<i>Основные свойства</i> . . . . .	202
<i>Нуклеофильное замещение</i> . . . . .	202
<i>Образование этилацетата</i> . . . . .	202
<i>Реакции окисления</i> . . . . .	203
Простые эфиры . . . . .	205
Химические свойства . . . . .	206
Сложные эфиры (алифатические) . . . . .	208
Альдегиды . . . . .	209
Химические свойства и реакции подлинности . . . . .	210
<i>Реакции окисления</i> . . . . .	210
<i>Нуклеофильное присоединение</i> . . . . .	211
<i>Полимеризация</i> . . . . .	212
<i>Конденсация с фенолами</i> . . . . .	213
Анализ индивидуальных лекарственных средств . . . . .	214
<i>Раствор формальдегида</i> . . . . .	214
<i>Хлоралгидрат</i> . . . . .	215
<i>Метенамин. Гексаметилентетрамин</i> . . . . .	216
Углеводы . . . . .	218
Физико-химические, химические свойства и методы анализа . . . . .	221
<i>Реакции на спиртовые гидроксилы</i> . . . . .	221
<i>Реакции на альдегидную группу (полуацетальный гидроксил)</i> . . . . .	221
Анализ индивидуальных лекарственных средств . . . . .	222
<i>Декстроза (глюкоза)</i> . . . . .	222
<i>Сахароза</i> . . . . .	224
<i>Сахар молочный, или лактоза</i> . . . . .	224

<b>Глава 6. Соли алифатических карбоновых кислот и оксикислот, аскорбиновая кислота, алифатические аминокислоты и их производные.</b>	<b>225</b>
Соли алифатических карбоновых кислот	225
Определение подлинности.	225
Методы количественного определения	227
Аскорбиновая кислота	228
Методы количественного определения	230
Определение аскорбиновой кислоты в инъекционных растворах.	231
Аминокислоты и их производные.	231
Анализ индивидуальных лекарственных средств	235
Глутаминовая кислота	235
Аминалон	235
Метионин	236
Цистеин	236
Пеницилламин	236
Методы количественного определения	236
Цистеин	238
Метионин	238
Пеницилламин	238
Тетацин-кальция раствор для инъекций 10%	238
Пирацетам	239
<b>Глава 7. Производные β-лактамидов и аминогликозидов.</b>	<b>241</b>
β-Лактамиды	242
Пенициллины	242
Строение, физические и физико-химические свойства.	243
Ингибиторозащищенные пенициллины	252
Зависимость между строением и биологическим действием пенициллинов	253
Химические свойства и реакции подлинности	255
Методы количественного определения	265
Цефалоспорины	270
Строение, физические и физико-химические свойства, применение	270
Химические свойства	273
Карбапенемы	284
Монобактамы	286
Аминогликозиды	286
Строение, физические и физико-химические свойства.	287
Химические свойства	293
Стрептомицина сульфат	294
Канамицина моносульфат	297
Гентамицина сульфат	298
Амикацина сульфат	298



<b>Глава 8. Производные терпенов и циклопентанпергидрофенантрена</b> .....	<b>301</b>
Производные терпенов .....	301
Физические и физико-химические свойства .....	302
Производные моноциклических терпенов .....	306
Химические свойства и контроль качества .....	306
<i>Левоментол</i> .....	306
<i>Левоментола раствор в ментил изовалерате (валидол)</i> .....	309
<i>Терпингидрат</i> .....	309
Производные бициклических терпенов .....	311
Химические свойства и контроль качества .....	311
<i>Камфора</i> .....	311
<i>Бромкамфора</i> .....	315
<i>Раствор сульфокамфокаина 10% для инъекций</i> .....	317
Производные моноциклических дитерпенов .....	320
Производные циклопентанпергидрофенантрена .....	322
Классификация .....	322
Гестагенные (лутоидные) гормоны и их полусинтетические аналоги ..	328
<i>Физические свойства</i> .....	328
<i>Химические свойства и методы анализа</i> .....	328
Кортикостероиды и их полусинтетические аналоги .....	331
Фторпроизводные преднизолона .....	332
<i>Физические свойства</i> .....	332
<i>Химические свойства и методы анализа</i> .....	332
Андрогенные гормоны и полусинтетические анаболические ЛС .....	336
<i>Физические свойства</i> .....	336
<i>Химические свойства и методы анализа</i> .....	336
Эстрогенные гормоны .....	338
<i>Физические свойства</i> .....	338
<i>Химические свойства и методы анализа</i> .....	339
Сердечные гликозиды .....	340
<i>Строение</i> .....	341
<i>Физические свойства</i> .....	345
<i>Несовместимость гликозидов сердечного действия</i> .....	348
<i>Методы количественного определения кардиоактивных стероидов</i> .....	349
Циклогексанолэтиленгидринданные соединения (витамины группы D) .....	350
<i>Физические свойства</i> .....	352
<i>Методы анализа качества</i> .....	353
<b>Глава 9. Производные фенолов, хинонов, ароматических кислот, фенолокислот, ароматических аминокислот</b> .....	<b>354</b>
Группа фенолов .....	354
Способы получения .....	354
Химические свойства и анализ качества .....	357

Производные <i>n</i> -аминофенола . . . . .	366
<i>Химические свойства и анализ качества</i> . . . . .	367
Производные хинона . . . . .	369
Тетрациклины . . . . .	373
Ароматические кислоты и аминокислоты . . . . .	380
<i>Способы получения</i> . . . . .	380
Ароматические кислоты и их производные . . . . .	388
Амиды салициловой кислоты . . . . .	393
Эфиры салициловой кислоты . . . . .	394
Ароматические аминокислоты . . . . .	395
<b>Глава 10. Производные арилалкиламинов . . . . .</b>	<b>402</b>
Классификация . . . . .	403
Общие химические свойства . . . . .	404
Анализ индивидуальных лекарственных средств . . . . .	414
Производные фенилалкиламинов и оксифенилалкиламинов . . . . .	414
<i>Эфедрина гидрохлорид</i> . . . . .	414
<i>Адреналина гидротартрат и норадреналина гидротартрат</i> . . . . .	417
<i>Изопреналин (изадрин)</i> . . . . .	419
Производные оксифенилалкилатических аминокислот . . . . .	419
<i>Леводопа и метилдопа</i> . . . . .	419
Производные арилоксипропаноламинов . . . . .	420
<i>Анаприлин</i> . . . . .	420
Производные нитрофенилалкиламинов . . . . .	421
<i>Хлорамфеникол (левомицетин)</i> . . . . .	421
Йодированные производные арилалкилатических аминокислот . . . . .	423
<i>Тиреоидин</i> . . . . .	423
<b>Глава 11. Производные бензолсульфониламидов . . . . .</b>	<b>425</b>
Бензолсульфониламиды антибактериального действия (химиотерапевтические средства) . . . . .	430
Бензолсульфониламиды антидиабетического и диуретического действия . . . . .	432
<i>Общие физико-химические и химические свойства</i> . . . . .	433
<i>Химические свойства, обусловленные частными особенностями производных сульфаниламида</i> . . . . .	438
<b>Глава 12. Производные фурана, бензопирана, пиррола, пирозола, имидазола, индола . . . . .</b>	<b>441</b>
Производные 5-нитрофурана . . . . .	441
Производные бензопирана . . . . .	445
Производные кумарина . . . . .	445
Хромановые соединения . . . . .	449
Фенилхромановые соединения . . . . .	451
Производные пиррола . . . . .	453

Витамины группы В <sub>12</sub> .....	453
<i>Физические и физико-химические свойства</i> .....	455
<i>Методы анализа</i> .....	455
<i>Стабильность и хранение</i> .....	456
Производные пиразола .....	456
<i>Химические свойства и методы анализа</i> .....	458
<i>Антипирин</i> .....	458
<i>Метамизол натрия. Анальгин</i> .....	460
<i>Пропифеназон</i> .....	461
<i>Фенилбутазон. Бутадион</i> .....	462
Производные имидазола .....	464
Производные индола .....	467
Анализ качества индивидуальных лекарственных средств .....	469
<i>Индометацин</i> .....	469
<i>Резерпин</i> .....	470
<b>Глава 13. Производные пиридина и тропана</b> .....	473
Производные пиридина .....	473
Общие реакции на незамещенный цикл пиридина .....	476
Анализ качества индивидуальных лекарственных средств .....	478
<i>Изониазид</i> .....	478
<i>Фтивазид</i> .....	481
<i>Никотиновая кислота</i> .....	482
<i>Никотинамид</i> .....	482
<i>Никетамид</i> .....	483
<i>Пикамилон</i> .....	483
<i>Пиридоксина гидрохлорид</i> .....	484
<i>Нифедипин</i> .....	484
Производные тропана .....	485
Производные тропина .....	485
Производные экгонина .....	487
<i>Химические свойства и анализ качества</i> .....	487
Анализ качества индивидуальных лекарственных средств .....	488
<i>Атропин</i> .....	488
<i>Трентол</i> .....	489
<i>Кокаина гидрохлорид</i> .....	489
<b>Глава 14. Производные хинолина и изохинолина</b> .....	491
Производные хинолина .....	491
Производные цинхонана .....	491
<i>Общие химические свойства и анализ качества</i> .....	493
<i>Количественное определение</i> .....	494
Производные 8-оксихинолина .....	495
<i>Общие химические свойства и реакции подлинности</i> .....	496
<i>Частные химические свойства и реакции подлинности</i> .....	496
<i>Методики количественного определения</i> .....	497

Производные 4-аминохинолина .....	497
Производные 4-хинолона .....	498
Производные изохинолина .....	501
Производные бензилизохинолина .....	501
<i>Папаверина гидрохлорид</i> .....	501
<i>Дротаверина гидрохлорид</i> .....	503
Производные фенантренизохинолина .....	504
<i>Морфин</i> .....	504
<i>Кодеин</i> .....	508
<i>Синтетические аналоги морфина по фармакологическому действию</i> .....	509
<b>Глава 15. Производные пиримидина .....</b>	<b>510</b>
Классификация .....	510
Производные пиримидин-2,4,6-триона .....	510
Производные лактамной формы барбитуровой кислоты .....	511
Производные лактимной формы барбитуровой кислоты .....	513
<i>Общие физико-химические свойства</i> .....	514
<i>Общая схема синтеза</i> .....	514
<i>Химические свойства и характерные типы реакций</i> .....	515
<i>Частные реакции</i> .....	518
<i>Контроль чистоты</i> .....	519
<i>Методы количественного определения</i> .....	520
Производные пиримидин-4,6-диона .....	521
<i>Химические свойства и реакции подлинности</i> .....	522
<i>Количественное определение</i> .....	522
Производные пиримидин-2,4-диона (урацила) .....	522
<i>Химические свойства и характерные типы реакций</i> .....	522
<i>Частные реакции</i> .....	525
<i>Методы количественного определения</i> .....	525
<b>Глава 16. Производные пурина .....</b>	<b>527</b>
Классификация .....	527
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> .....	531
<i>Частные реакции</i> .....	536
<i>Методы количественного определения</i> .....	537
<b>Глава 17. Производные пиримидино-тиазола, птеридина, изоаллоксазина, фенотиазина, бензодиазепина .....</b>	<b>539</b>
Производные пиримидино-тиазола .....	539
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> .....	540
<i>Методы количественного определения</i> .....	543
Производные птеридина (пиразино-пиримидина) .....	545
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> .....	547
<i>Методы количественного определения</i> .....	547

Антивитамины фолиевой кислоты . . . . .	548
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> . . . . .	549
<i>Количественное определение</i> . . . . .	549
Производные изоаллоксазина . . . . .	550
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> . . . . .	550
<i>Количественное определение</i> . . . . .	553
Производные фенотиазина . . . . .	553
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> . . . . .	554
<i>Частные реакции</i> . . . . .	557
<i>Методы количественного определения</i> . . . . .	557
Производные 1,4-бензодиазепина . . . . .	558
<i>Физико-химические свойства и анализ качества</i> . . . . .	560
<i>Методы количественного определения</i> . . . . .	562
<b>Глава 18. Опиоидные анальгетики</b> . . . . .	564
<i>Механизм действия</i> . . . . .	565
<i>Фармакологическое действие опиоидных агонистов</i> . . . . .	565
Опиоидные пептиды . . . . .	566
<i>Энкефалины</i> . . . . .	568
<i>β-Эндорфин</i> . . . . .	568
<i>Динорфины</i> . . . . .	569
Опиоидные рецепторы . . . . .	569
<i>Взаимодействие препарата с рецепторами</i> . . . . .	570
<i>Другие рецепторы</i> . . . . .	571
Механизм действия опиоидов . . . . .	571
Правило морфина (фармакофор) . . . . .	573
Влияние структуры на активность препарата . . . . .	575
Классификация опиоидов . . . . .	578
Опиаты . . . . .	578
Естественные опиаты . . . . .	578
<i>Морфин</i> . . . . .	578
<i>Кодеин</i> . . . . .	579
<i>Тебаин</i> . . . . .	579
Полусинтетические производные морфина . . . . .	580
Производные тебаина . . . . .	583
Теории связывания с мю-рецепторами . . . . .	584
<i>Бимодальное связывание рецепторов</i> . . . . .	585
<i>Модели связывания для сильного агониста</i> . . . . .	585
<i>Модели связывания для морфина</i> . . . . .	586
<i>Модели связывания для агонистов/антагонистов смешанного действия</i> . . . . .	586
<i>Влияние группы —ОН при C14</i> . . . . .	587
<i>Связывание опиоида орипавинового типа с мю-рецептором</i> . . . . .	587
Синтетические опиоиды . . . . .	588
Морфинаны . . . . .	588
<i>Декстрометорфан</i> . . . . .	589
<i>Буторфанол</i> . . . . .	590

Бензоморфаны .....	590
<i>Пентазоцин</i> .....	591
<i>Дезоцин</i> .....	591
Фенилпиперидины .....	592
<i>Соотношение «структура—активность» фенилпиперидинов</i> .	592
<i>Бемидоны</i> .....	593
<i>Продины</i> .....	594
<i>Десметилпродин и болезнь Паркинсона</i> .....	595
<i>4-Анилидопипериды</i> .....	596
Дифенилпропиламины .....	597
Атипичные опиоиды .....	599
<i>Трамадол</i> .....	599
<i>Тапентадол</i> .....	600
 Глава 19. <b>Биологические лекарственные препараты</b> .....	601
Общая характеристика группы .....	601
Регуляторные особенности .....	602
Различия между биоаналогами и воспроизведенными лекарственны-	
ми средствами .....	603
Классификация биопрепаратов .....	603
Особенности контроля качества .....	605
Подлинность и количественное определение .....	605
Безопасность .....	606
Аналитические подходы к контролю препаратов пептидной и белко-	
вой природы .....	606
Определение общего белка .....	607
Инсулин .....	610
<i>Модификации инсулина</i> .....	611
Эритропоэтин .....	615
<i>Модификации эритропротеина</i> .....	616
Интерферон .....	619
Фактор свертывания крови VIII (октоког альфа) .....	621
Вакцина гриппозная инактивированная .....	623