

УДК 547.298.398.582

УСПЕХИ ХИМИИ АМИДИНОВ

Граник В. Г.

В статье обобщены данные, появившиеся в литературе за период 1971—1981 гг. по синтезу, физико-химическим и химическим свойствам различного типа амидиновых систем. Особое внимание уделено использованию амидинов в синтезе гетероциклов.

Библиография — 259 ссылок.

ОГЛАВЛЕНИЕ

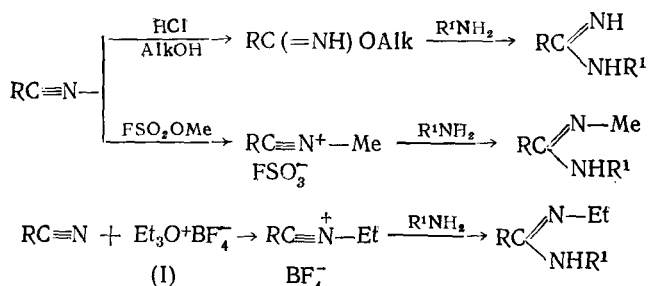
I. Введение	669
II. Методы синтеза	669
III. Строение и физико-химические свойства	678
IV. Химические свойства	681

I. ВВЕДЕНИЕ

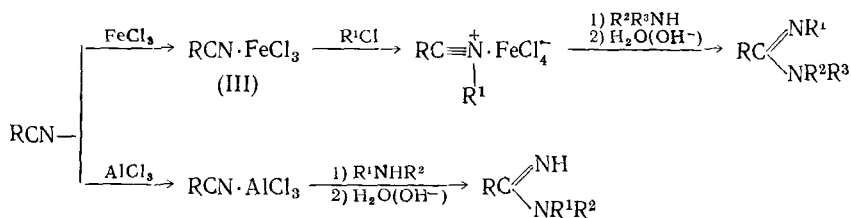
В настоящее время химия амидинов привлекает значительный интерес исследователей в связи с широким использованием этого класса соединений в органическом синтезе. Число публикаций, касающихся изучения путей синтеза и свойств амидинов постоянно возрастает и, несмотря на появившуюся в 1975 г. монографию [1] и ряд обзоров, в которых рассмотрены различные аспекты химии этих соединений [2—7], большая часть материала, опубликованного за последнее десятилетие, в обзорной литературе не затронута. В настоящем обзоре обобщены новые данные по получению, свойствам и превращениям амидиновых систем различного типа, причем особое внимание уделено применению амидинов в синтезе гетероциклических соединений.

II. МЕТОДЫ СИНТЕЗА

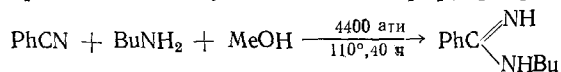
В рассматриваемый период опубликовано весьма значительное количество исследований, касающихся получения различных амидинов. Традиционными исходными соединениями являются нитрилы, которые трансформируют в амидины через промежуточные иминоэфиры. Последние получают обычно воздействием хлористого водорода в спирте и далее вводят в реакции с различными аминами [8—11]. Другой путь основан на алкилировании нитрилов фторборатом триэтилоксония (I) с последующей обработкой борфторидов нитрильных солей (II) аминами [12, 13]. Модификацией этого метода является получение нитрильных солей с помощью метилового эфира фторсульфоновой кислоты [14].



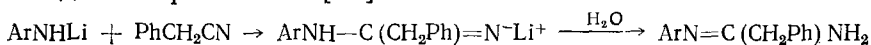
Общим методом синтеза различных амидинов является реакция нитрилов с кислотами Льюиса (обычно используются FeCl_3 или AlCl_3) [15—19] с последующей обработкой полученных комплексов аминами.



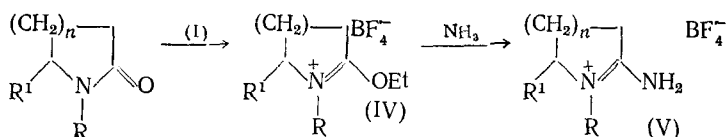
Как видно из приведенной схемы, комплексы нитрилов с хлорным железом (III) могут подвергаться алкилированию галогеналкилами с образованием соответствующих N-замещенных нитрильных солей, которые далее удается превратить в N,N,N'-тризамещенные амидины. Своеобразный метод получения амидинов при высоком давлении основан на реакции нитрилов со спиртами и аминами (процесс протекает, по-видимому, через соответствующий иминоэфир) [20].



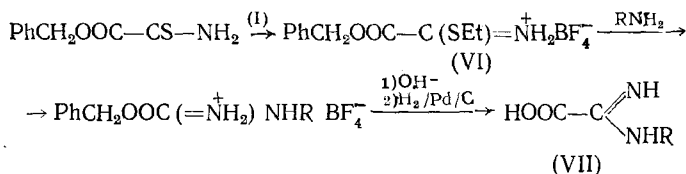
Нитрилы способны также вступать во взаимодействие с литиевыми производными ариламинов [21].



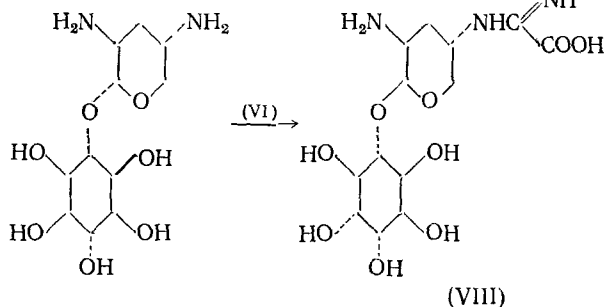
Синтез амидинов из амидов и тиамидов основан на предварительной активации амидной функции. В многочисленных обзорных работах [22—27], касающихся такой активации, описано, в частности, и значительное число амидиновых синтезов. Указанная активация достигается обычно алкилированием амидов фторборатом триэтилоксония (I) (или диметилсульфатом) [12, 28—30] или ацилированием такими реагентами, как гексаметилфосфортриамид [31, 32], хлорокись фосфора [33—35], пятиокись фосфора [36] и ацилхлориды [37]. Так, при взаимодействии лактамов с I [28] образуются борфториды (IV), которые затем легко вступают в реакцию с аммиаком с образованием амидиниевых солей (V). Интересно отметить, что алкилирование пирролидона-2, имеющего в положении 5 карбамидную группу (IV) ($\text{R}=\text{Me}$, $\text{R}'=\text{CONH}_2$, $n=1$), протекает избирательно по лактамному карбонилу [28]:



При использовании (I) получена соль тиаминоэфира (VI) — ключевого соединения в методе получения амидинокислот (VII) [29]:

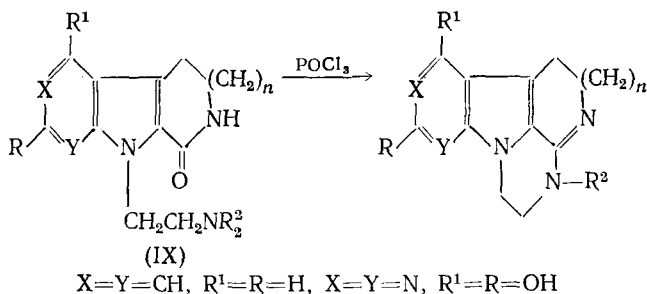


Этот метод был использован в синтезе антибиотика касугатицина (VIII) [29]:

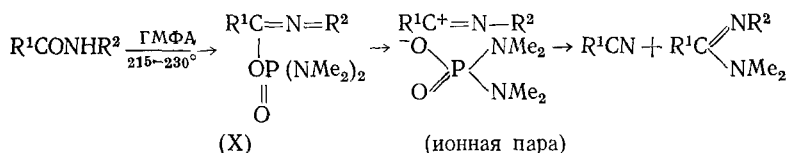


Интересно, что в реакцию с (VI) селективно вступает только экваториальная аминогруппа [29].

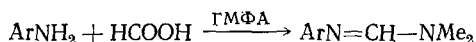
Активация амидной функции трициклических лактамов типа (IX) дала возможность осуществить их циклизацию в тетрациклические индольные системы, содержащие амидиновый фрагмент [33, 35]:



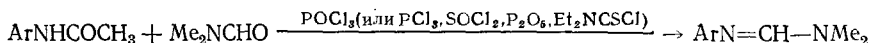
При нагревании амидов с гексаметилфосфортриамидом (ГМФА) образуются нитрилы и амидины через фосфордиамидат-производное (X) [31]:



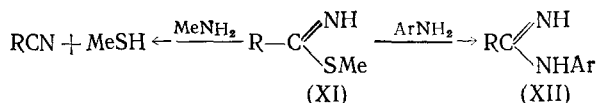
Реакция ароматического амина, муравьиной кислоты и ГМФА дает амидины [32]:



Взаимодействие ацетанилидов с диметилформамидом в присутствии POCl_3 , SOCl_2 , PCl_5 [34], P_2O_5 [36] или N,N -диэтилтиокарбамилхлорида [37] приводит к соответствующим амидинам:



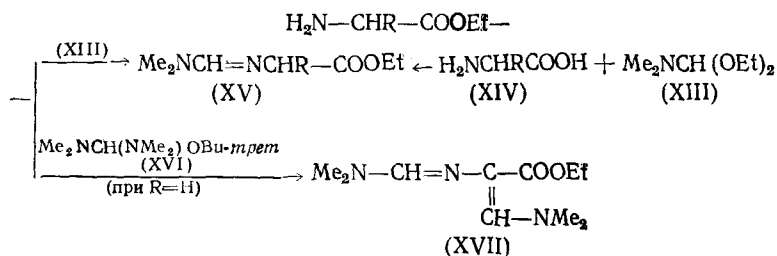
При использовании в амидиновом синтезе тиоиминоэфиров (XI) было установлено, что последние реагируют с ароматическими аминами с образованием амидинов (XII), а с сильноосновными аминами процесс протекает с образованием нитрилов [38]:



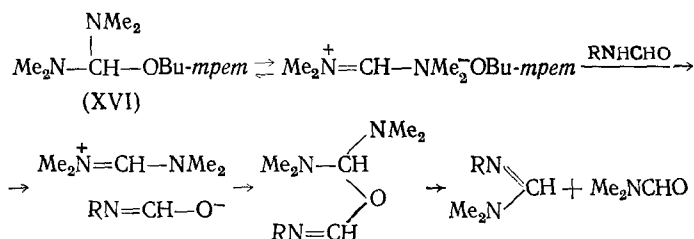
Автору работы [38] удалось найти способ получения амидинов из (XI) даже при использовании алифатических аминов — для этого необходимо проводить реакцию в ацетатном буферном растворе.

Для синтеза амидинов широко используются и другие типы активированных амидов — ацетали амидов и лактамов и родственные соединения, дихлорметилениммониевые соли, соли диэтоксиметиламмония. Большая часть исследований, посвященных амидиновому синтезу на основе этих соединений, подробно освещена в обзорных публикациях [25—27, 39, 40], и здесь будут рассмотрены лишь те работы, которые не вошли в упомянутые обзоры. Ряд работ посвящен синтезу N -гетариламидинов реакцией ацеталей диметилформамида (XIII) и диметил-ацетамида с гетероароматическими аминами. Этим путем получены производные N -пиразинил-2- [41], N -пиримидил-2- [42], N -пиридил-2- [42], N -пуридил-6- [43], N -пирозолил-3-формамидинов [44] и N -пирозолил-3-ацетамидинов [44]. Реакция (XII) с аминокислотами (XIV) сопровождается алкилированием и в результате образуются амидино-эфиры (XV) [45]. Такого же типа соединения получены при взаимодействии (XIII) с эфирами аминокислот [46]. При использовании в

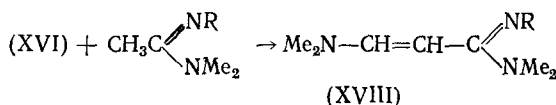
этой реакции более реакционноспособного аминаль-эфира (XVI) образуются енаминоамидины (XVII) [46]:



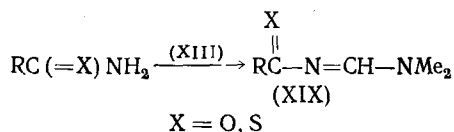
Интересно протекает реакция аминаль-эфира (XVI) с вторичными амидами — в этом случае образуются *N,N*-дизамещенные амиды и амины. Авторы предлагают следующий механизм реакции [46]:



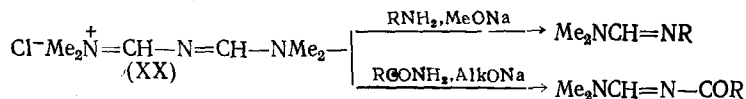
В этой же работе показано, что взаимодействие аминаль-эфира (XVI) с производными ацетамидина приводит к енаминоамидинам (XVIII) [46]:



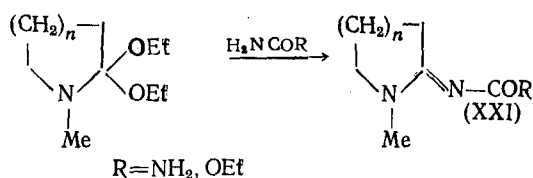
Недавно опубликован ряд исследований, согласно которым ацеталь (XIII) легко вступает во взаимодействие с первичными амидами и тиоамидами, в результате чего образуются ацил- или тиациламидины (XIX) — интересные промежуточные продукты в различного рода синтезах [47—49].



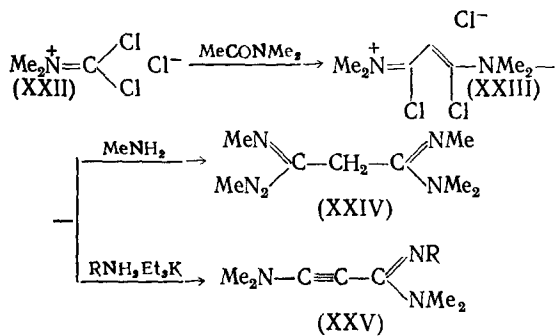
В работе [50] показано, что в синтезе амидинов и ациламидинов вместо ацетата диметилформаида (XIII) с успехом может быть использована иммониевая соль (XX), полученная ранее [51] при взаимодействии диметилформаида и цианурхлорида:



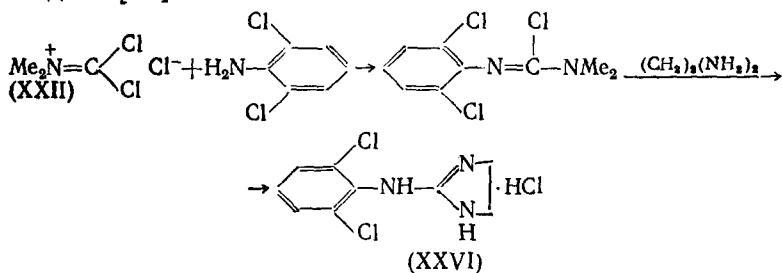
Ацетали амидов и лактамов вступают в реакции с мочевиной и уретаном, образуя соответствующие N-карбомоил- и N-этоксикарбонилами-
дины (XXI) [52]. Отметим, что первые образуют комплексы с одной
или несколькими молекулами мочевины:



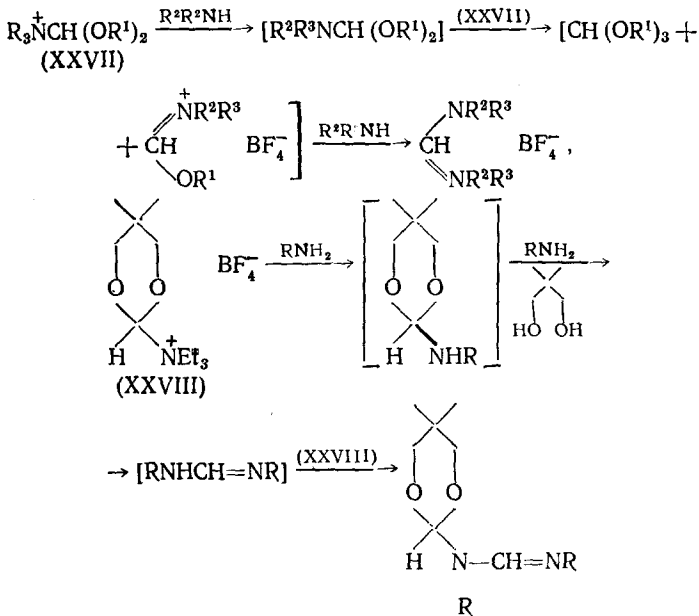
Взаимодействие дихлорметилениммонийхлорида (XXII) с N,N-диметилацетамидом приводит к соли (XXIII), которая в зависимости от условий реакции может быть превращена в диамидины (XXIV) или в инаминоамидины (XXV) [53]:



Недавно опубликован новый синтез ценного лекарственного препарата клофелина (XXVI), основанный на взаимодействии иммонийхлорида (XXII) с 2,6-дихлоранилином с промежуточным образованием хлорформамидина [54]:

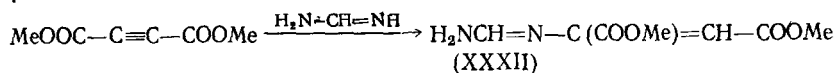


Аналогично из (XXIII) и различных, в том числе и гетероциклических, аминов синтезированы некоторые хлорформамидины [55, 56]. Ряд замещенных формамидинов получен взаимодействием диалкоксиметил-аммониевых солей (XXVII), (XXVIII) с алифатическими аминами [57, 58]:

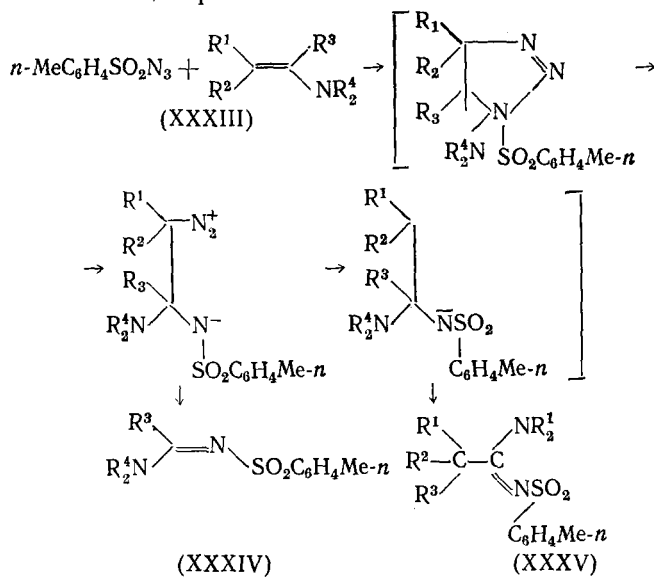


К описанным выше реакциям близко примыкают процессы получения производных формамида реакцией диарилмочевин с хлоридами хлорметилендиметиламмония (XXIX) и хлордиметиламинометилен-

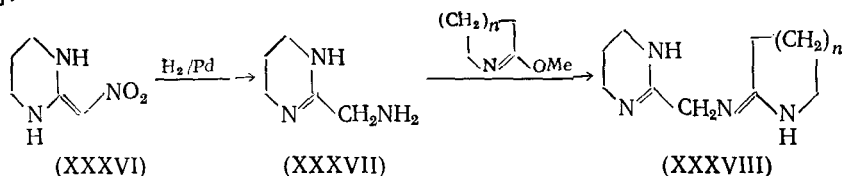
(XXXII) имеется в работе [64] — он получен взаимодействием диметилового эфира ацетилендикарбоновой кислоты с формамидином при -10° :



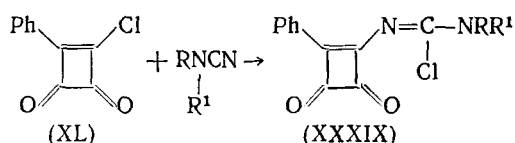
Весьма интересно протекает реакция енаминов (XXXIII) с *n*-толуолсульфонилизидом — в этом случае образуется смесь амидинов (XXXIV), (XXXV) [65]. Отмечено, что когда R^1 и R^2 — алкилы (а не атомы водорода), количество перегруппированных амидинов (XXXV) возрастает, вероятно, из-за способности алкильных групп стабилизировать карбкатионный центр.



Амидины (в том числе циклические амидины) могут быть получены при гидрировании нитроендиаминов (XXXVI). На основе образующихся аминотиламидинов (XXXVII) синтезированы бис-амидины (XXXVIII) [66]:

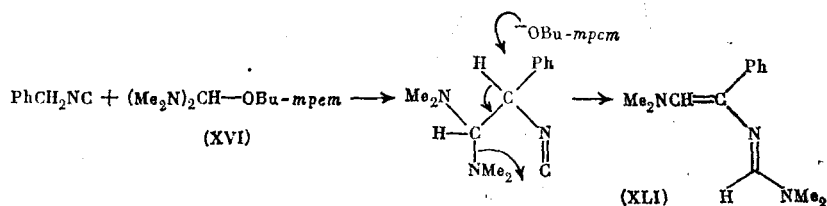


Восстановление карбодимидов боргидридом натрия [67] или производных мочевины алюмогидридом лития [68] приводит к производным формамидина. На основе производных мочевины и тиомочевины удается синтезировать различные формамидины. Так, хлорформамидины образуются при взаимодействии *N*-гетарил-*N,N'*-диалкилмочевин с Ph_3P и CCl_4 [69] или хлорированием *N,N'*-бис(арилсульфонил)-*S*-метилизотиомочевин [70]. Хлорформамидин (XXXIX) образуется также при реакции галоидциклобутендиона (XL) с цианамидами [71]:

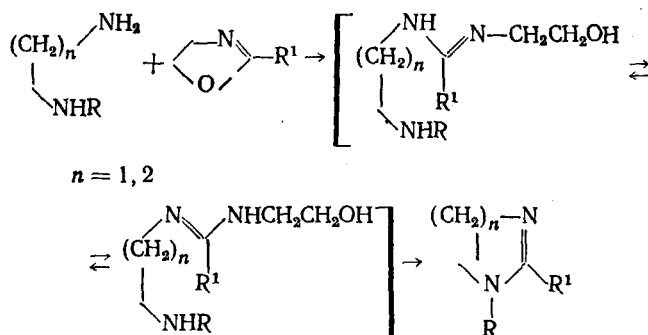


N-Оксиамидины получены реакцией хлоримидов с гидроксиламином [72, 73] или взаимодействием замещенных гидроксимоилхлоридов с аминами [74]. Весьма часто для синтеза амидинов используют реакции изонитрилов с сульфамидами [75], аминами [76—78], аминаль-эфиром

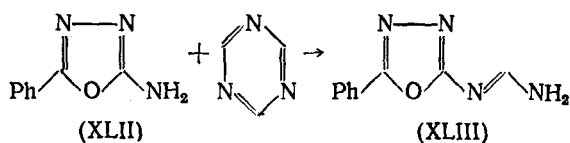
[46]. Следует отметить, что в работах [76, 77] показано, что реакция присоединения вторичных аминов к изонитрилам протекает стереоспецифично с образованием *Z*-формамидинов, которые затем перегруппировываются в термодинамически более стабильные *E*-изомеры. Взаимодействие аминаль-эфира (XVI) с бензилизоцианидом протекает по метиленовому звену с последующей перегруппировкой [46] с образованием амидина (XLI):



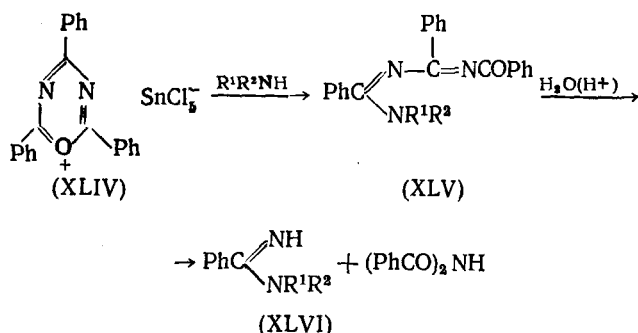
Ряд работ посвящен получению амидинов с участием в соответствующих реакциях некоторых гетероциклических агентов. Так, взаимодействие производных этилен- и пропилендиамин с Δ^2 -1,3-оксазолином приводит к циклическим амидинам [79]:



Реакция 2-амино-5-фенил-1,3,4-оксадазола (XLII) с *симм*-триазином приводит к производному формамина (XLIII) [80]:



При взаимодействии солей 1,3,5-оксадазиния (XLIV) с аминами образуются *N* (N-бензоилимино)бензиламидины (XLV), которые в кислой среде гидролизуются до бензамидинов (XLVI) и дибензоиламина [81]:

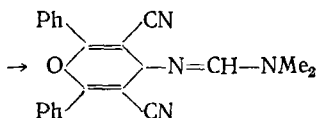


Циклические амидиниевые соли (XLVII) удается получить при окислении *N,N',N''*-триэтилгексагидротриазина или при обработке этого соеди-

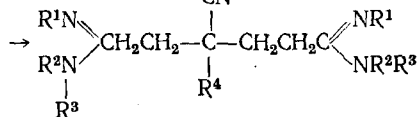
...



имеющие активное метиленовое звено:

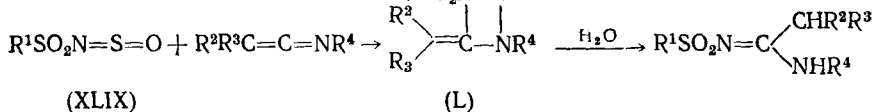


87], например:

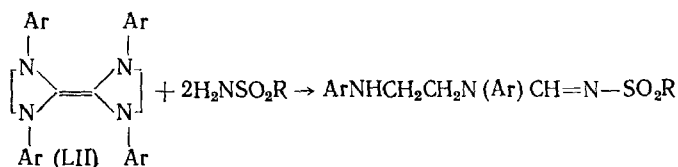


метиламида калия [89].

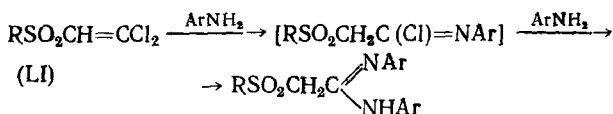
сульфонамидов с ентетрамином (LI) [92]:



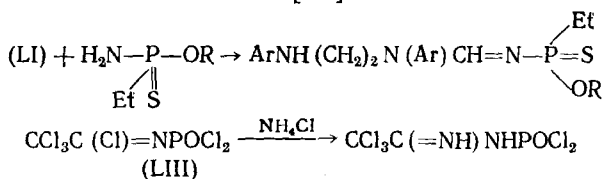
связанный с получением амидинов на основе енаминных соединений.



Реакция дихлорвинилсульфонов (LII) с ароматическими аминами протекает через промежуточное образование хлоримидов [93]

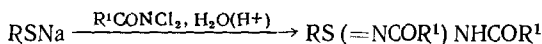


Фосфорсодержащие амидины синтезированы при фосфорилировании ентетрамина (LI) [92], а также реакцией хлоримида (LIII) или родственных соединений с солями аммония [94]:

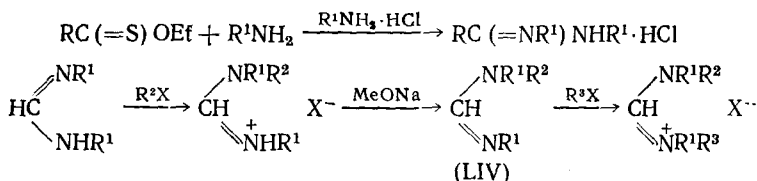


Кроме того, синтез такого типа соединений может быть осуществлен на основе реакций N-незамещенных амидинов с галогидными соединениями фосфора [95, 96]. Аналогично взаимодействием амидинов с триметилхлорсиланом получены N-триметилсилиламидины [97], которые также образуются при взаимодействии триметилсилиламина с бутиллитием с последующей обработкой Li-производного хлоримидами [97].

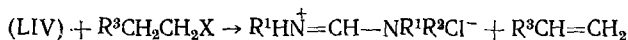
Интересный класс соединений — сульфинамидины синтезирован реакцией N,N-дихлормочевины [98], N,N-дихлораминов [99] или N,N-дихлораминов дифеноксифосфорной кислоты [100] с тиолятами натрия:



И в заключение этого раздела укажем на два новых синтеза амидинов, первый из которых основан на реакции О-этилтиоэфиров с аминами в присутствии их гидрохлоридов [101], а второй — на алкилировании ди- и тризамещенных амидинов [102]:



Интересно, что, когда тризамещенные амидины (LIV) алкилируют малореакционноспособными галоидальными параллельно алкилированию может иметь место отрыв от последних элементов галогенкислот с образованием соответствующих амидиниевых солей [101]:

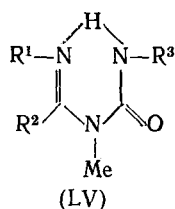


III. СТРОЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

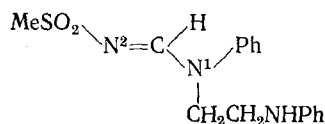
При рассмотрении строения амидинов следует учитывать возможность прототропной «амидиновой» таутомерии, обусловленной переносом протона от одного атома азота к другому. В целом ряде случаев однако, физико-химическими методами удастся обнаружить только одну из таутомерных форм. Так, для ряда циклических амидинов — производных 2-амино- Δ^1 -пирролинов и 2-амино- Δ^1 -пиперидинов, с помощью ИК-спектров установлено, что эти соединения существуют в амино-фор-

ме [103]. При наличии у одного из атомов азота электроноакцепторного заместителя обычно доминирует тот таутомер, в котором C=N-связь сопряжена с этим заместителем [75, 95].

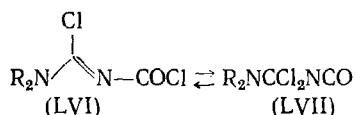
Применение ИК-спектров для изучения структуры N-карбамоиламидинов (LV) дало возможность наблюдать для этих соединений сильную внутримолекулярную H-связь [104]:



ИК-спектры оказались весьма полезными и для изучения водородных связей амидинов с растворителем. Так, было установлено, что производные формамидина образуют с хлороформом комплексы двух видов: с участием, как иминного, так и аминного атомов азота [105], в то время как в циклических амидинах [103] водородная связь с CHCl_3 образуется только за счет циклического азота. ИК-спектры использованы также для выяснения характера координации в борамидинах [106]. Значительное внимание исследователей привлекла проблема взаимного расположения заместителей относительно связи C=N в амидинах. В работах [107, 108] методом ПМР-спектроскопии изучена *син-анти*-изомеризация в амидинах различного типа. При изучении присоединения вторичных аминов к изонитрилам [76, 77] авторы пришли к выводу, что сначала образуются Z-формамидины, которые термодинамически нестабильны и перегруппировываются затем в E-изомеры². Напротив, в работе [92] указывается на выделение стабильных Z- и E-изомерных N-сульфонамидинов. Однако впоследствии, при подробном исследовании их структуры методами ИК-, ПМР- и ЯМР¹³C-спектроскопии было установлено, что выделенные вещества являются ротамерами относительно C—N'-связи [110].

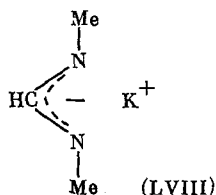


Интересные данные получены [111] при изучении структуры N-хлоркарбонилхлорформамидинов (LVI) — установлено, что они находятся в равновесии с соответствующими N,N-диалкиламино-1,1-дихлорметилизоцианатами (LVII):



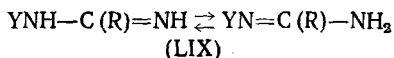
Серия работ посвящена изучению заторможенного вращения относительно C=N-связи в амидинах методом спектроскопии ПМР [108, 112—117]. Свободные энергии активации процесса (ΔG^\ddagger) обычно не слишком высоки и в зависимости от структуры амидина варьируют в пределах 11—21 ккал/моль, причем для солей амидиния величины ΔG^\ddagger заметно выше [108]. Интересно, что для K-соли амидина (LVIII) обнаружить явление заторможенного вращения относительно связи C=N не удалось [112]:

² Отнесение амидинов к Z- или E-ряду может быть осуществлено и на основании спектров ЯМР ¹³C [109].

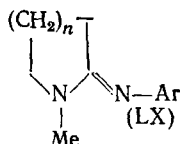


Отметим, что в этой же работе методом спектроскопии ПМР изучена «амидиновая» таутомерия и получены термодинамические параметры таутомерного равновесия [112].

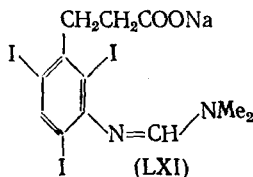
Количественная оценка таутомерного равновесия проведена с помощью УФ-спектров и сопоставления констант ионизации некоторых амидинов и модельных соединений [118, 119]. При этом показано, что для амидинов (LIX):



где Y — электрооакцепторный заместитель, равновесие существенно сминуто вправо и для Y-ацил $K_T \approx 30$, а при $\text{Y}=\text{SO}_2\text{R}$ $K_T \sim 10^7$ [118]. Если Y — замещенный фенил, равновесие сминуто уже не так существенно и $K_T=2,4$ [119]. В работах [120—122] измерены константы ионизации ряда циклических амидинов и показано, что величины pK_a существенно зависят от величины цикла³, причем основность падает в ряду $\text{C}_6 > \text{C}_7 > \text{C}_8 \approx \text{C}_5$ [122]. Авторы объясняют это явление конформационными факторами — для шестичленного цикла возможна плоскостная конфигурация амидинового фрагмента, которая для 5-, 7- и 8-членных соединений энергетически невыгодна из-за несвязанных взаимодействий протонов циклических метиленовых групп [122]. Изучение констант ионизации ряда амидинов и корреляции величин pK_a с σ -константами [124, 125] привели авторов к заключению, что величины ρ и вообще основность амидинов больше зависят от заместителей при иминном, чем при аминном атоме азота. Исследование протонирования 2-арилимино-1-азациклоалканов (LX) показало [126], что оно протекает по экзоциклическому, иминному атому азота.



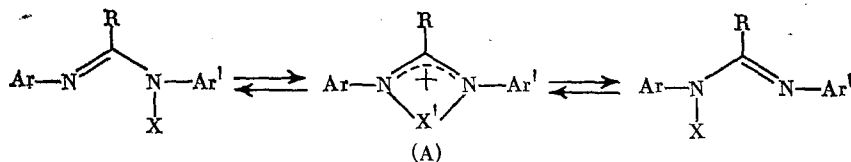
Амидины (LX) — весьма сильные основания (pK_a 6,5—9,6), основность которых также зависит от величины цикла [123, 126]. На основании корреляционного анализа — сопоставления величин pK_a с σ - и σ^- -константами в этих работах установлено, что арильное кольцо повернуто относительно $\text{C}=\text{N}$ -связи примерно на 50—60°. Такой же поворот гетерильного остатка имеет место, по-видимому, и в производных N-(пирозолил-3)-амидинов [44]. Высокая основность амидинов используется в аналитической химии для их количественного анализа — одним из методов анализа⁴ рентгеноконтрастного препарата билимина (LXI) является его титрование HClO_4 в среде уксусной кислоты [127].



³ Обзор по зависимости свойств органических соединений от величины цикла см. [123].

⁴ Вообще, количественный анализ амидинов, по-видимому, наиболее целесообразно проводить титрованием их, как монокислотных оснований. Недавно появилась работа [128], согласно которой анализ некоторых амидинов можно проводить методом ГЖХ.

Как уже указывалось, «амидиновая» таутомерия обусловлена переносом протона от одного атома азота триады к другому. К таутомерии этого типа близко примыкает процесс 1,3-переноса различных группировок внутри амидиновой системы, изученный методом динамической спектроскопии ПМР [134—138] и путем квантово-химических расчетов [139]:



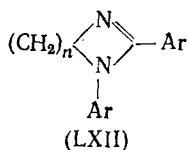
Этот обратимый процесс исследовался для различных заместителей (X=ацил [134, 138], 2,4-динитрофенил и пикрил [135, 138] и сульфенильный остаток [136, 137]). В специальных опытах [134] установлено, что процесс 1,3-переноса является внутримолекулярным.

Энергетические характеристики процесса зависят от структуры X, а также от строения заместителей R, Ar и Ar'. Существенно, что для X-ацил энтропия активации (ΔS^*) — небольшая положительная величина, так что в этих случаях (A) — не переходное состояние, а интермедиат. В то же время, когда X=SR', величина $\Delta S^* = -14 \div -24$ э.е., так что переходное состояние более упорядочено, чем исходное, что согласуется со структурой типа (A). При изучении ПМР-спектров ацил- и сульфениламидинов при низких температурах авторы работ [134, 136] наблюдали процессы заторможенного вращения относительно связей N—CO и N—S соответственно.

IV. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

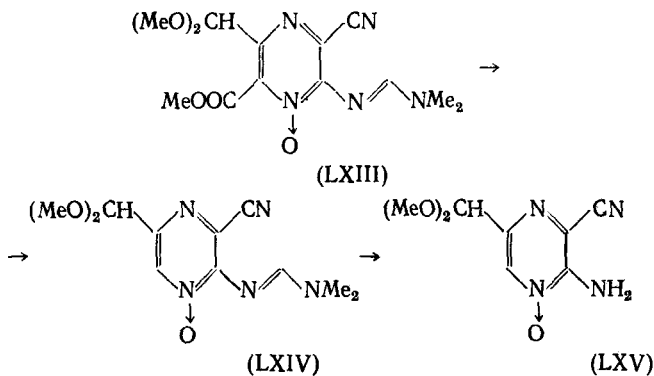
1. Реакции с нуклеофильными и электрофильными реагентами

Наиболее простой реакцией амидинов (или их солей) с нуклеофильными реагентами является их гидролиз. Механизм гидролиза амидинов подробно обсужден в монографии [1] и новые исследования [121, 122, 140] не вносят существенных изменений в уже имеющиеся представления. Рассмотрение вопроса о влиянии на скорость щелочного гидролиза циклических амидинов (LXII) величины цикла [122, 123] позволило авторам установить следующий порядок уменьшения константы скорости: $C_5 > C_6 > C_7 > C_8$ [122]

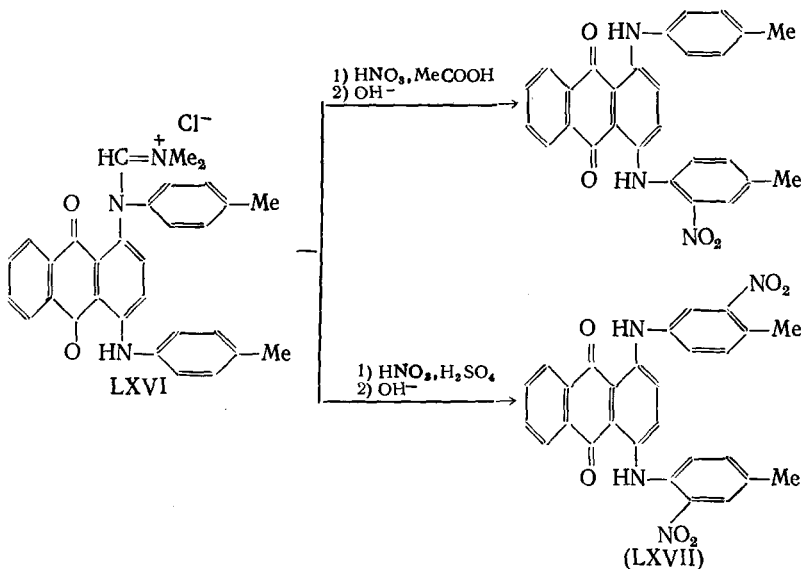


Наибольшую скорость расщепления (LXII) ($n=2$) авторы приписали напряженности пятичленного кольца, а малая скорость гидролиза семи- и восьмичленных амидинов вызвана, по их мнению, стерическими препятствиями при атаке гидроксил-аниона этих циклов [122]. Сопоставление скоростей кислого и щелочного гидролиза для N,N'-диметилформамидина показало, что в щелочной среде процесс протекает существенно быстрее. Недавно опубликовано интересное исследование [41], касающееся условий сохранения и расщепления амидиновой группировки при гидролизе, в зависимости от поставленных синтетических задач. Так, для замещенного пиразина (LXIII) удалось избирательно омылить (а затем и декарбоксилить) метоксикарбонильную группу, не затронув амидиновую, путем кипячения раствора этого соединения во влажном пиридине в присутствии иодистого лития. На следующей стадии, напротив, потребовалось избирательно удалить формамидиновую группировку, не затрагивая ацетальную. Обычный метод — обработка водным ам-

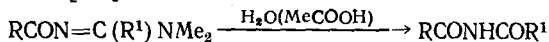
защиты:



Авторы работы [41] нашли неожиданное решение и получили аминопроизводное (LXV) путем выдержки формамидина (LXIV) в смеси MeOH—CH(OMe)₂ (1:1) в присутствии TsOH·H₂O. В рассмотренном выше случае трансформация группы NH₂ в формамидиновую была проведена для защиты амино-группы. Подобного рода защита позволила решить задачу получения мононитро- (или монобром- и моно-N-ацил-) производных антрахинона (LXVI) [141—143]:

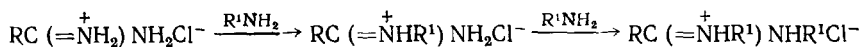


Применение амидиниевой защиты с последующим ее гидролизом позволило синтезировать весьма труднодоступные другими методами производные типа (LXVII), имеющие *о*- и *м*-заместители в симметричных арильных заместителях в 1,4-положениях антрахинонового цикла [141]. Гидролиз амидинового фрагмента явился заключительной стадией в новом синтезе имидов [49]:

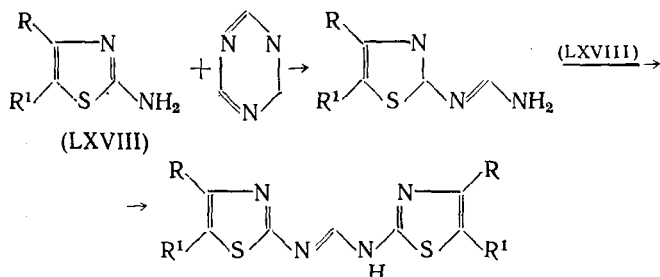


Обсуждение рассматриваемых исследований следует закончить указанием на то, что гидролиз циклических амидинов является модельной реакцией для изучения ферментативного переноса одноуглеродных компонентов [144, 145]. Обзор по этому вопросу см. [146]. Одной из весьма важных реакций амидинов или их солей с нуклеофильными реагентами, которая применяется как один из этапов гетероциклического синтеза (см. ниже), является реакция переаминирования. Недавно с использо-

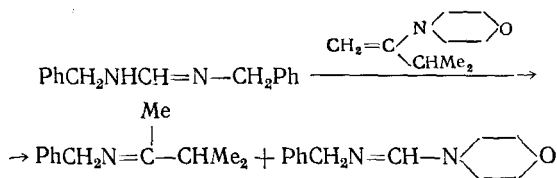
ванием этой реакции описан синтез N,N'-дизамещенных амидинов [147]



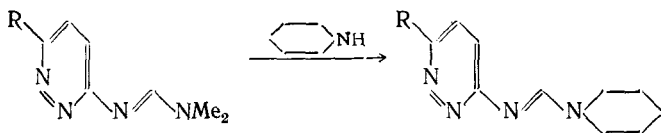
Взаимодействие гетероциклических аминов (например, (LXVIII)) с *симм*-триазином также сопровождается переаминированием [148]:



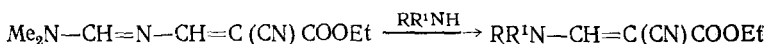
Весьма интересно протекает реакция амидинов с третичными енаминами — конечным результатом и здесь является переаминирование [149]:



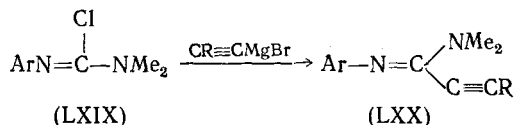
Вторичные амины при нагревании также способны вступать в реакции этого типа [150]:



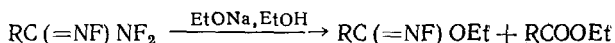
Исследование свойств N-антрахинонилформамидинов показало, что они реагируют с нуклеофильными реагентами только в протонированной форме [151]. При изучении переаминирования в ряду енамидинов было установлено, что реакция протекает не по амидиновому *мезо*-углеродному атому, а по енаминовому α -положению с образованием енаминов (а не пиримидинов, как можно было ожидать) [152]:



Замещенные хлорформамидины легко реагируют с нуклеофильными реагентами, образуя различного типа гуанидины [55, 56, 71], производные мочевины [70], О-алкилизомочевины [154]. Взаимодействие амидинов (LXIX) с этинилмагний бромидом приводит к амидинам пропиоловой кислоты (LXX) [155]:

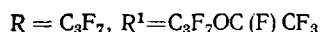
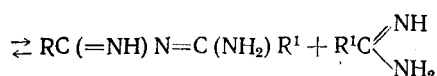
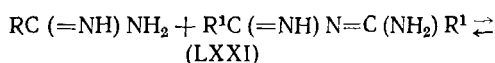


N,N,N'-Трифторамидины при обработке алкоholesом натрия при низких температурах дают смесь N-фториминоэфиров и сложных эфиров [156]:

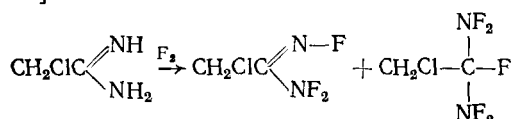


При взаимодействии амидинов с достаточно сильными С-кислотами образуются соли [157]. Реакция имеет первый порядок по обоим компонентам. Однако, когда вместо С-кислоты в реакцию вступает ее дейтероаналог, наблюдается сложная кинетика, вызванная многочисленными процессами изотопного обмена [157]. Методом ЯМР¹⁹F изучены обмен-

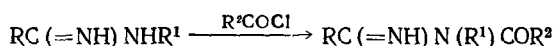
ные реакции с участием имидамидинов (LXXI) [158, 159], например:



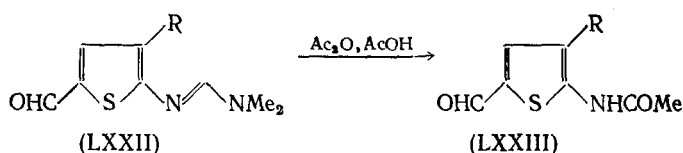
Из реакций амидинов с электрофильными реагентами, изученных в последние годы, отметим, в первую очередь, фторирование, протекающее, в основном, с образованием N,N,N'-трифторпроизводных [160], хотя в некоторых случаях выделены и продукты присоединения фтора по C=N-связи [160]:



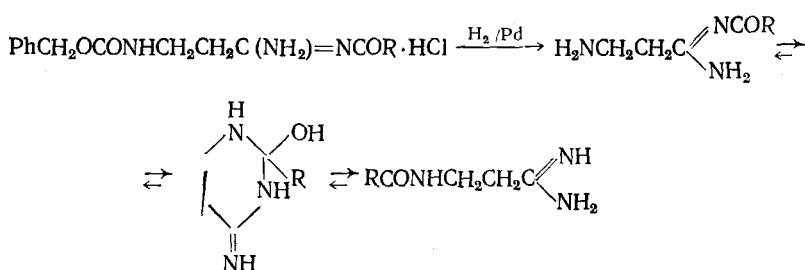
Ряд исследований посвящен ацилированию амидинов. N-Монозамещенные амидины ацилируются ацилхлоридами по замещенному атому азота [161]:



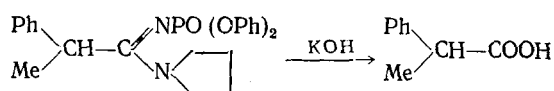
При ацилировании N-гетарил-N,N'-диметилформамидинов (LXXII) образуются соответствующие ациламиды (LXXIII) [42, 162], например:



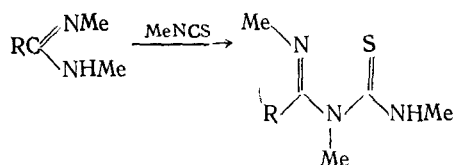
Для соединений, имеющих одновременно амино- и амидиновую группы изучена реакция ацилирования и разработан аналитический метод, позволяющий определить положение ацильной группировки [163]. Весьма интересно наблюдение авторов [163] о переносе ацильной группы в ациламиноамидинах:



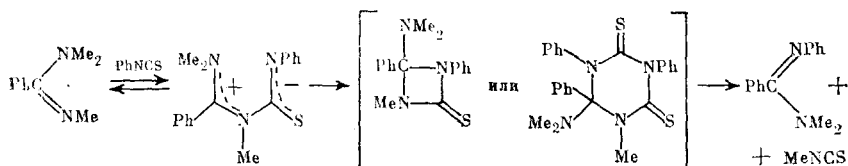
При ацилировании ацилхлоридами N-дихлорфосфониламидинов реакция протекает по незамещенному атому азота [94]. Взаимодействием амидинов с триэтилфосфитом [164] и пятихлористым фосфором [165, 166] также синтезированы соединения, замещенные по N-атому группами PO(OEt)₂, PCl₃, PCl₄. Амидины, замещенные по азоту остатком фосфорной кислоты, явились исходными соединениями в новом синтезе замещенных уксусных кислот [167]:



При взаимодействии амидинов с алкилизотиоцианатами образуются N-тиокарбамидоамидины [168, 169]:

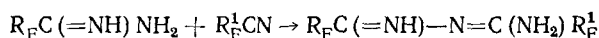


Напротив, при взаимодействии N,N,N'-тризамещенных амидинов с арил-изотиоцианатами протекает обменная реакция [170]:



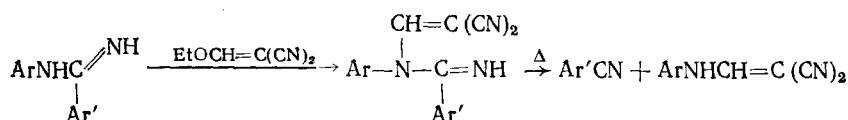
Предположение о значительных стерических требованиях переходного состояния подтверждается высоким отрицательным значением энтропии активации ($-36,1$ э. е.) [170].

К указанным выше работам близко примыкает исследование синтеза фторированных имидоиламидинов реакцией амидинов с нитрилами [171]:

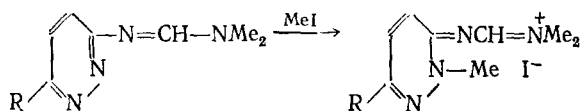


R_F и R_F^1 — фторированные радикалы. Следует отметить, что эта реакция весьма чувствительна к стерическому фактору и при увеличении объема R_F^1 скорость процесса резко снижается [171].

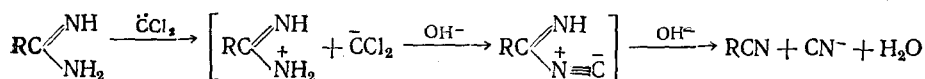
В немногочисленных исследованиях, посвященных алкилированию амидинов, имеющих NH-группу показано, что реакция протекает обычно достаточно гладко. Это наблюдается при взаимодействии амидинов с эфиром пропиоловой кислоты [172], галоидными алкилами [173] (в последнем случае использовались также Li-соли амидинов) и при реакции с этоксиметиленмалонитрилом [172, 174]. Отметим, что образующиеся при этом енамидины при нагревании расщепляются на енамины и нитрилы [174]:



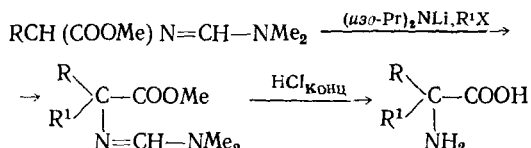
Интересно протекает алкилирование N-(пиридазинил-3)-N',N'-диметилформамидина иодистым метилом — центром алкилирования в этом случае является N²-атом цикла [150]:



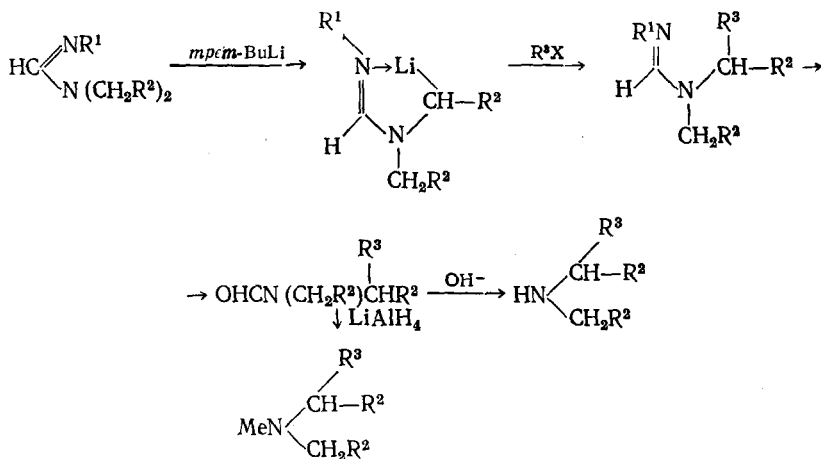
Дихлоркарбен также атакует амидины по незамещенному атому азота — конечным результатом процесса (который протекает в условиях межфазного катализа) является нитрил и цианид-анион [175]:



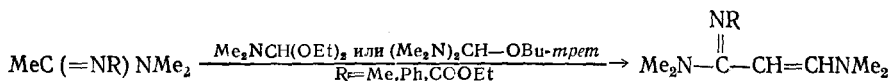
Недавно опубликован новый метод синтеза α -замещенных аминокислот, основанный на алкилировании N,N,N'-тризамещенных амидинов [45]:



На аналогичном принципе основан также новый метод получения α -замещенных аминов [176]:



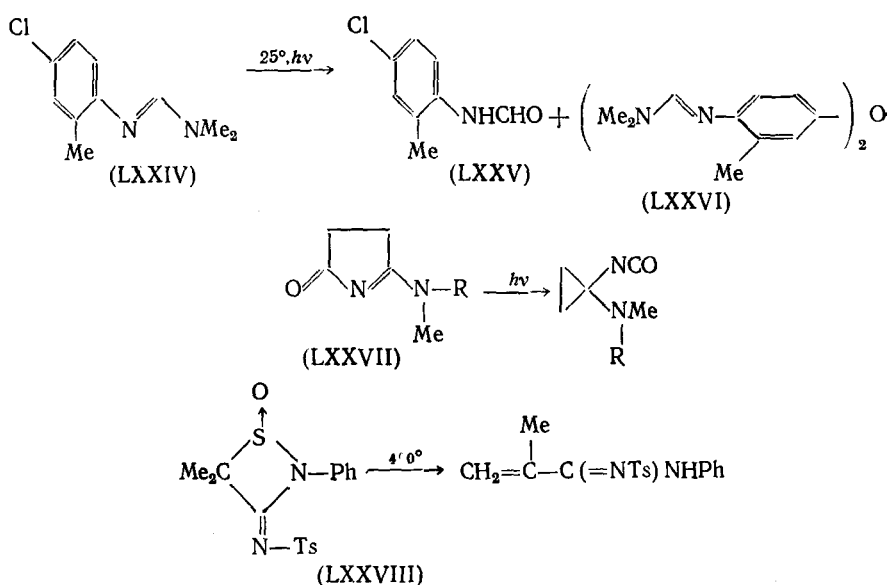
В рассмотренных выше работах, касающихся реакций амидинов с электрофильными реагентами процесс протекал либо по атому азота, либо по углеродному атому алкильной группы, находящейся при N-атоме. Возможность замещения протонов метильной (метиленовой) группы, находящейся при амидиновом мезоуглеродном атоме⁵ вытекает из сопоставлении электроноакцепторного влияния иминоэфирной и амидиновой функций [177]. Способность амидинов (типа (LX), стр. 680) к реакциям с электрофильными реагентами по α -CH₃(CH₂)-группировкам была впервые продемонстрирована на примере реакции дейтериеобмена [177]. Было установлено, что соединения (LX) в мягких условиях (CD₃OD, 20°) обменивают α -протоны цикла на дейтероны, причем обмен ускоряется в присутствии кислых и основных катализаторов [177]. Циклические α -протоны енамидинов (XXXI), (стр. 674) также обмениваются на дейтерий, правда в более жестких условиях [60]. Недавно опубликован ряд исследований, показывающих, что ацетали амидов и аминаль-эфиры способны конденсироваться по метильной (метиленовой) группе при амидиновом мезо-углеродном атоме [46, 52]:



И в заключение этого раздела обзора укажем на работы по фотолизу N-(o-метил-p-хлорфенил)-N',N'-диметилформамидина (LXXIV), который в воде при УФ-облучении превращается в соответствующее формилпроизводное (LXXV) и бис-амидиноэфир (LXXVI) [182], фотохимической перегруппировке циклического амидина (LXXVII) [183] и термо-

⁵ Этот принцип введения заместителей в α -CH₃(CH₂)-группу, названный «принципом потенциальной енаминизации» был использован также при изучении реакций ацеталей амидов и лактамов, а также различных типов енаминов с электрофильными реагентами, причем наиболее эффективным оказалось его применение в гетероциклическом синтезе (см., например, [178—181]).

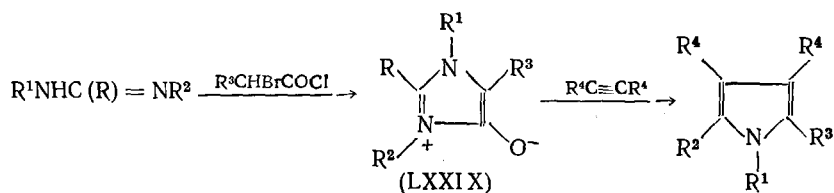
лизу 1-окси-3-сульфонилимино-1,2-тиазетидина (LXXVIII) [184].



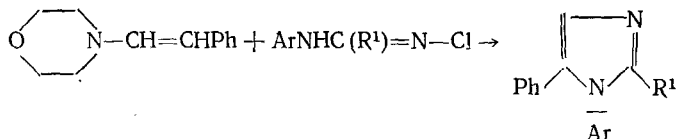
2. Реакции гетероциклизации

Синтез гетероциклов с использованием амидинов основан также на их реакциях с электрофильными или нуклеофильными реагентами. Однако, учитывая важность этой области исследования, мы сочли целесообразным выделить реакции гетероциклизации в отдельный раздел обзора.

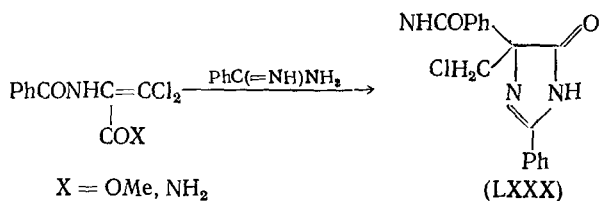
Амидины явились исходными соединениями для получения большой группы пятичленных гетероциклов. Так, взаимодействием N,N-диалкилбензамидинов с дифенилциклопропеноном синтезированы 2-диалкиламино-2,4,5-трифенил-2,3-дигидропирролоны-3 [185]. Ряд работ посвящен получению мезоионных соединений (LXXIX), которые действием ацетиленовых производных превращают в пирролы [186—188]:



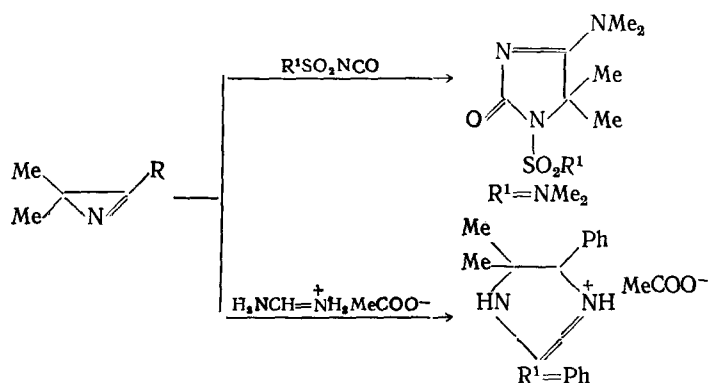
При взаимодействии третичных енаминов с N-хлорамидами образуются производные имидазола [189—191]:



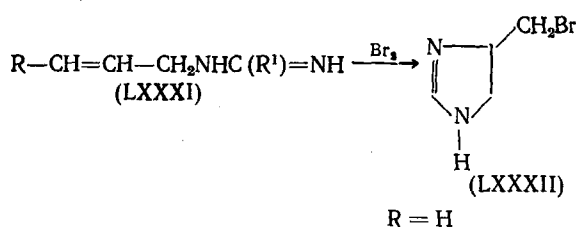
Имидазолы (LXXX) получены реакцией α-карбамидо- (или этокси-карбонил)-β,β-дихлоренамидов с амидами [192]:



Производные имидазола синтезированы также на основе замещенных азиринов [193, 194]:

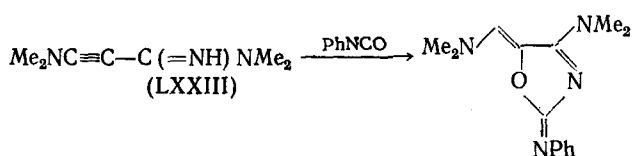


Недавно установлено, что амидины (LXXXI), имеющие ненасыщенную группировку в боковой цепи могут превращаться в имидазолины (LXXXII) [195]:

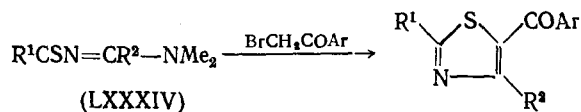


Отметим, что когда в (LXXXI) R=Ph, образуются производные тетрагидропиримидина [195].

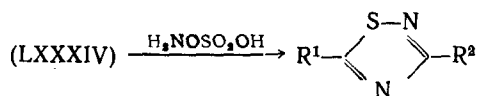
Для синтеза производных оксазола использована реакция инамино-амидинов (LXXXIII) с углекислым газом или фенилизотиоцианатом [53]:



Удобный в препаративном отношении метод синтеза замещенных триазолов основан на реакции тиоациламидинов (LXXXIV) с α -бромкетонами [196, 197]:

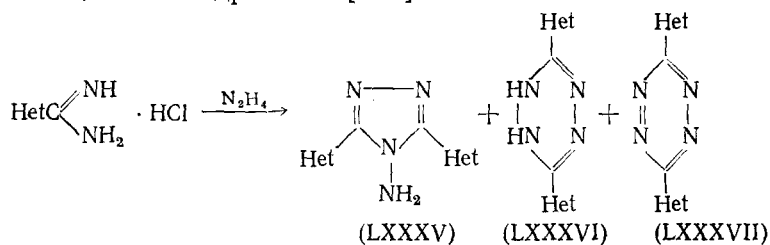


Амидины (LXXXIV) используются также для получения триадиазолов [48]:



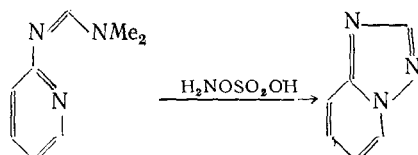
Тот же принцип применен в синтезе производных триазола [47, 52] и оксадиазола [47]: в этих случаях в реакцию с гидразином [47, 52] и гидроксиламином [47] вводились N-ациламидины [47] или N-этоксикарбониламидины [52]. Интересный синтез N-амино-тетразолов (LXXXV) и тетразинов (LXXXVI), (LXXXVII) основан на взаимодействии

вии гетариламидинов с гидразином [198]:

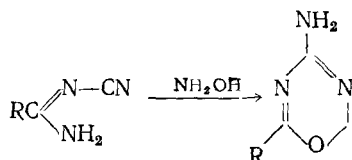


Het — фурил-2, тиенил-2, фурил-3, тиенил-3, селенофенил-2, селенофенил-3

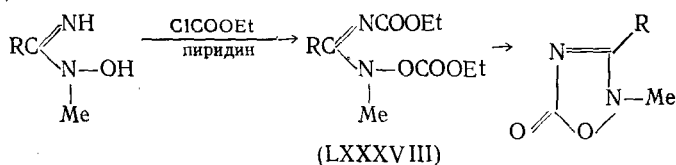
Недавно опубликован новый синтез конденсированных триазолов из N-пиридил-2- и N-изохинолил-1-формамидинов [199]:



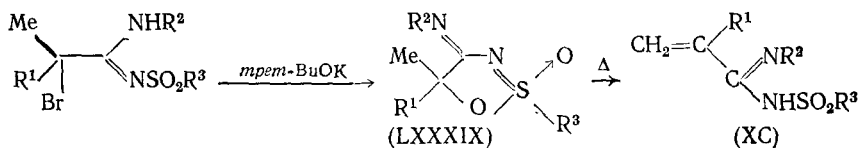
N-Окси- и N-цианамидины использованы в синтезе оксадиазолов [200] — в первом случае амидины вводят в реакцию с бромцианом или трихлоруксусным ангидридом, во втором — с гидроксиламином:



Другой способ получения оксадиазолов из N-оксиамидинов заключается в их взаимодействии с хлоругольным эфиром с последующей внутримолекулярной циклизацией промежуточного O,N-бис-ацилпроизводного (LXXXVIII) [201]:

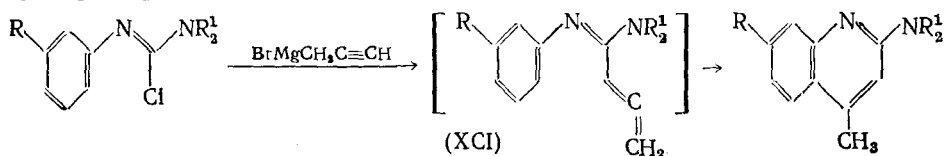


Описано также превращение α-бром-N-сульфонамидинов в оксаизотиазолины (LXXXIX), которые при нагревании изомеризуются в енамидины (XC) [202]:

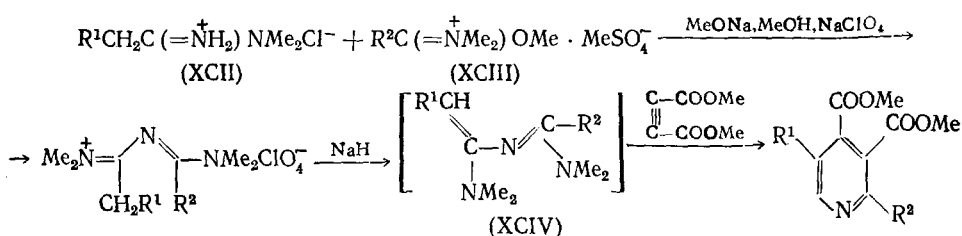


Еще более перспективным является использование амидинов в синтезе различных шестичленных, особенно пиридиновых, пиримидиновых и триазиновых систем.

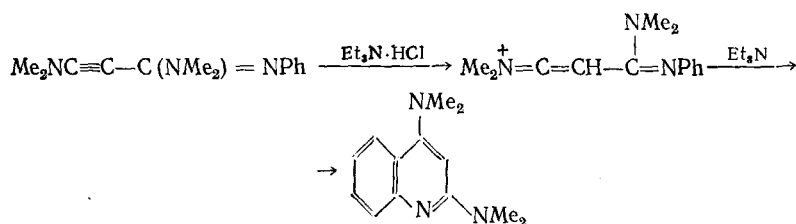
Замыкание пиридинового цикла удалось осуществить при взаимодействии хлорформамидинов с этинилмагнийбромидом или пропаргилмагний бромидом [155]. В последнем случае процесс протекает, по-видимому, через промежуточное образование аллена (XCI):



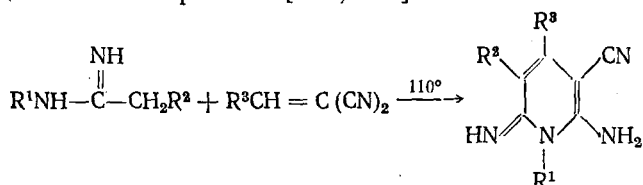
Реакция соли амидина (XCII) с метилсульфатным комплексом (XCIII) с последующей обработкой промежуточного енаминоамидина (XCIV) ацетилендикарбонным эфиром также приводит к образованию производного пиридина [203]:



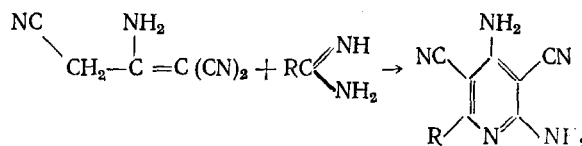
Показано также, что наличие тройной связи в заместителе при мезоуглеродном атоме амидина позволяет осуществить внутримолекулярную циклизацию с образованием производных хиолина [204]:



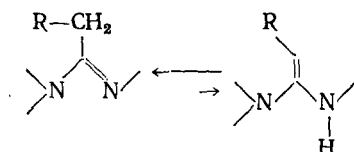
Ряд исследований посвящен синтезу пиридинов на основе реакций амидинов с илиденмалононитрилами [205, 206]:



Реакция подобного типа протекает и между форм- или ацетамидином и димером малононитрила — в этом случае также образуются тетра- или пентазамещенные пиридины [42]:

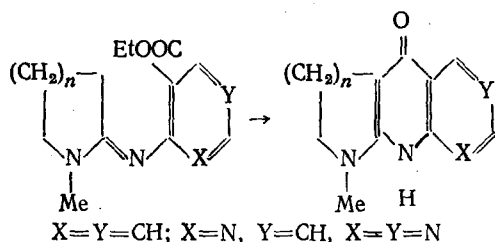


Другой подход к синтезу различного типа пиридинсодержащих гетероциклов основан на упомянутом выше (стр. 686) принципе «потенциальной енаминизации». Смысл этого принципа заключается в том, что протоны $\text{CH}_2(\text{CH}_3)$ -групп, присоединенных к амидиновому мезо-углеродному атому, достаточно подкислены и могут при определенных условиях отщепляться, создавая тем самым основу для электрофильного замещения, например, для дейтерообмена (стр. 686) или внутримолекулярных циклизаций. При этом возможно промежуточное образование енаминов, хотя экспериментально их появление и не зафиксировано⁶.

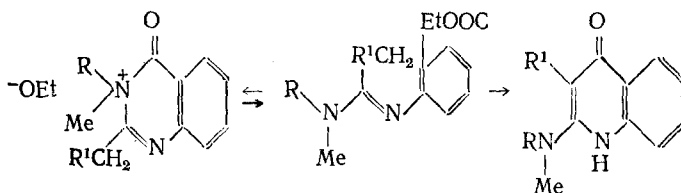


⁶ Совсем недавно при исследовании синтеза пиридазинов получены определенные доводы в пользу существования такого амидин-ендиаминного таутомерного равновесия (см. стр. 696).

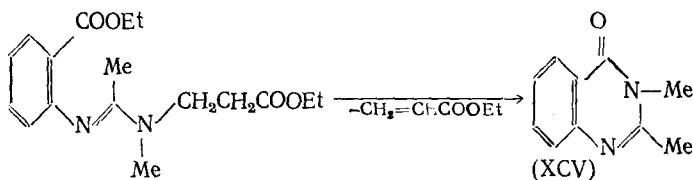
С использованием этого подхода осуществлен ряд синтезов пиридонов-4, хинолонов-4, производных пирроло-, пиридо-, азепинохинолинов, пирроло-, пиридо- и азепинонафтиридинов, пирроло-, пиридо- и азепинопиридо[2,3-d]пиримидинов [60, 207—212]:



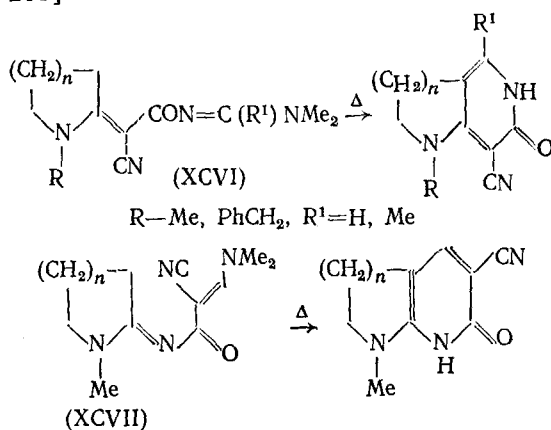
Первоначально, по-видимому, протекает, обратимая циклизация по азоту амидиновой системы и равновесие затем сдвигается вправо, за счет необратимого процесса образования пиридона:



Такое предположение подтверждается обнаруженным в работе [209] фактом, что когда заместитель R может отщепляться в виде стабильной молекулы, в качестве единственного продукта реакции образуется производное хиназолона (XCV) [209]:

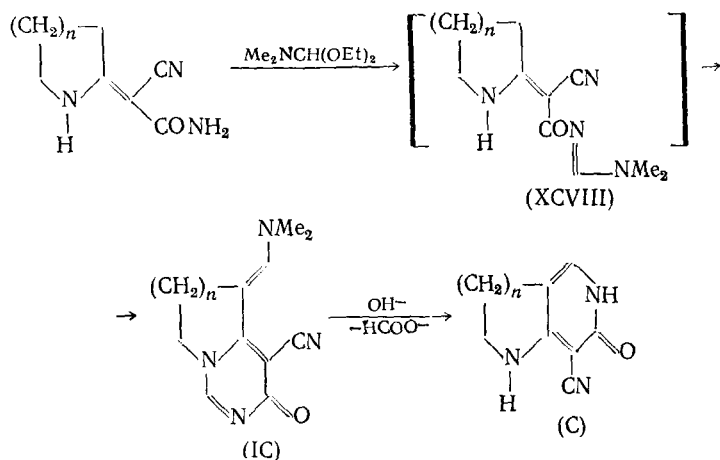


Весьма перспективным классом соединений для синтеза различных конденсированных пиридинов оказались енаминоациламидины (XCVI), (XCVII) [213—218]

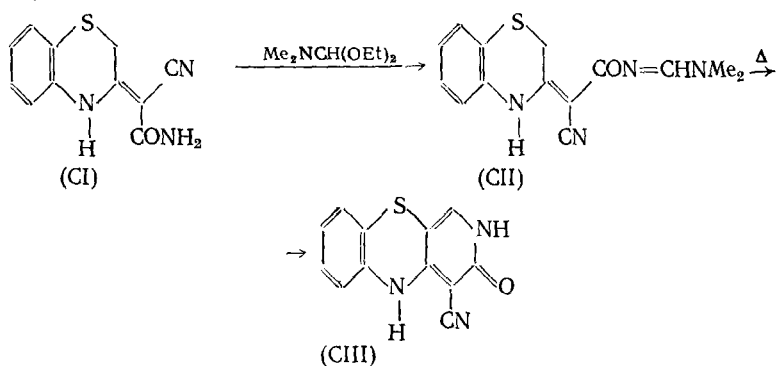


Исследование кинетики обоих типов реакций, показало, что скорость циклизации много выше для (XCVI), чем для (XCVII) [216], что отвечает лучшей делокализации положительного заряда в амидиновой системе по сравнению с енаминовой. Енаминоациламидины (XCVIII) являются промежуточными соединениями и в новом пиримидиновом синтезе [215,

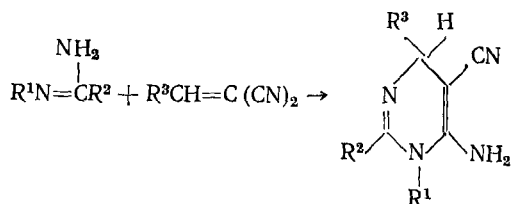
217, 219—223]:



Интересно, что конденсированные пиримидины (IC) ведут себя подобно циклическим амидинам (стр. 681) и легко гидролизуются в щелочной среде с отщеплением муравьиной кислоты [219, 220] и рециклизацией в производные пиридоина-2 (C) [217, 219—222]. При использовании в реакции подобного типа енаминоамида (CI), полученного на основе бензтиазинона-2 оказалось, что промежуточный ациламин (CII) при нагревании циклизуется не в производное пиримидина, а в пиридобензтиазин (CIII) [223]:



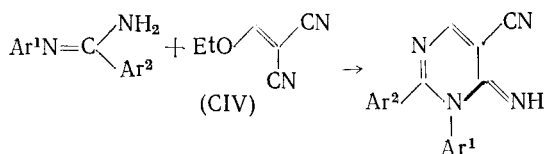
Производные пиримидина гладко образуются при взаимодействии амидинов с различными трехуглеродными компонентами, такими как дикарбонильные [224], енаминокарбонильные [225, 226] соединения, апетилендикарбоновый эфир [64]. Замещенные пиримидины образуются также при взаимодействии амидинов с различными производными бензопирона-4 [227—229] или пирилевыми солями [230]⁷. Реакция амидинов с илденмалононитрилами приводит к дигидропиримидинам [232, 233]:



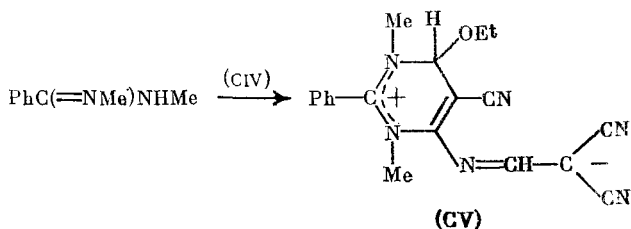
В работе [174] показано, что для амидинов, имеющих первичную аминогруппу, реакция с этоксиметиленмалонитрилом (CIV) протекает

⁷ Обзор по трансформации кислородсодержащих циклов в пиримидины под действием амидинов (и гуанидинов) см. [231].

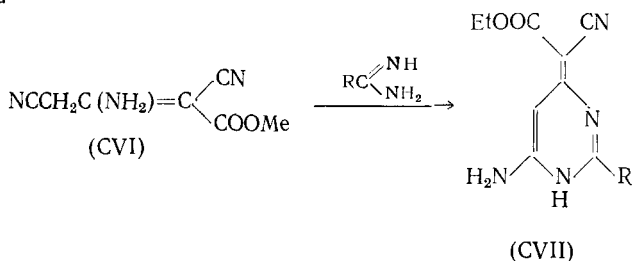
обычным образом с образованием 4-иминопиримидинов:



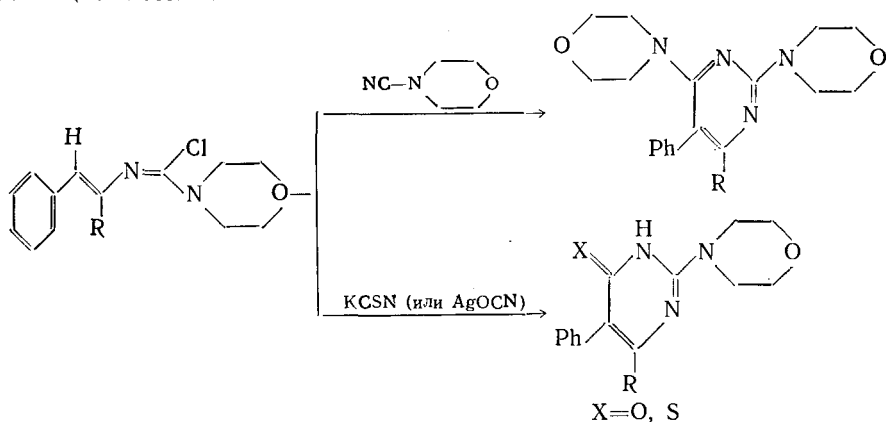
Однако с N,N'-дизамещенными амидами (CIV) реагирует иначе, и продуктом реакции в этом случае является цвиттер-ионный 1:2-аддукт (CV) [172]:



Взаимодействие содимера малононитрила и циануксусного эфира (CVI) с бенз- и ацетамидинами (но не с формамидином — в этом случае образуются пиридины) приводит к производным 4-метиленипиримидина (CVII) [42]:

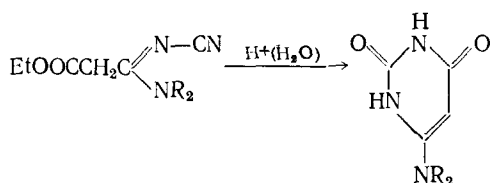


Для синтеза производных пиримидина успешно могут быть использованы замещенные хлорформамидины [234], которые для этой цели вводят в реакции с производными цианамида, изоцианатом серебра или изотиоцианатом калия:

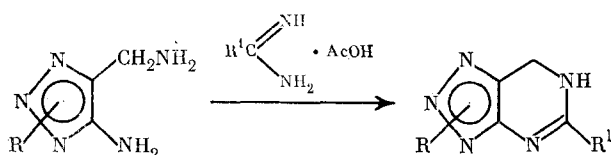


Соли енаминоамидинов также могут быть источником пиримидинов как непосредственно — путем их реакции с амидами [6], так и после их перевода в енаминоамидины типа (XCIV) (стр. 690) с последующей обработкой фенилизотиоцианатом [203]. Недавно опубликован [235] новый синтез пиримидиндионов-2,4 путем внутримолекулярной циклиза-

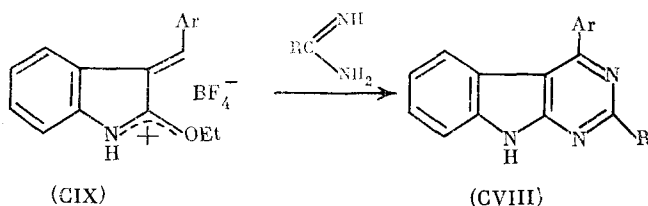
ции N-цианамидинов:



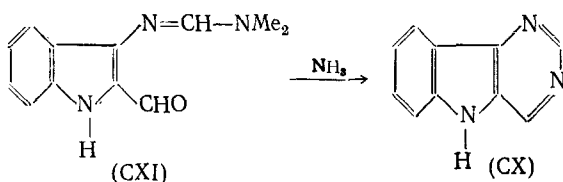
Некоторые амидины использованы недавно [236] в качестве одноуглеродной компоненты в целях получения конденсированных пиримидинов:



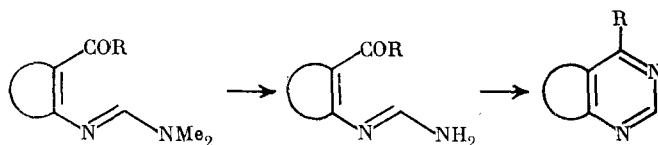
Наличие в соседних положениях амидиновой и карбамидной функций обеспечивает возможность замыкания пиримидинового цикла при взаимодействии с формамидом [237]. Пиримидиноиндолы (CVIII) успешно синтезированы реакцией амидинов с фторборатными комплексами (CIX) [238, 239]:



Синтез пиримидиноиндолов другого типа (CX) осуществлен реакцией индольного амидина (CXI) с аммиаком, первичными аминами, гидроксилами [240], например:

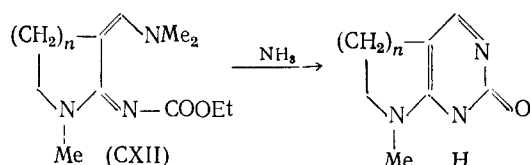


В пиримидиновом синтезе этого типа первой стадией обычно является переаминирование с последующей циклизацией с участием находящейся рядом карбонилсодержащей группы.

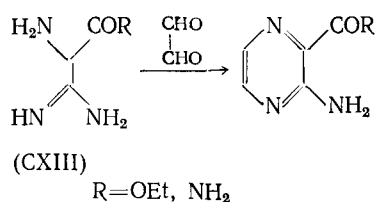


Этим методом получены антрапиримидины [151], пиразоло- [152] и пиридопиримидины [211]. Новый синтез пиримидинов и производных пироло-, пиридо- и азапино[2,3-d]пиримидинов основан на реакции енами-

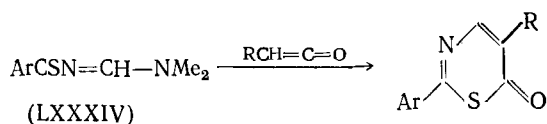
ноамидинов (типа (CXII) с аммиаком [52]:



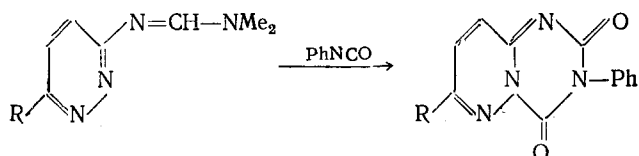
Аминоамидины (CXIII) оказались удобными исходными продуктами для получения 2-амино-3-этоксикарбонилпиразинов — важных промежуточных соединений в синтезе птеридинов [241, 242]:



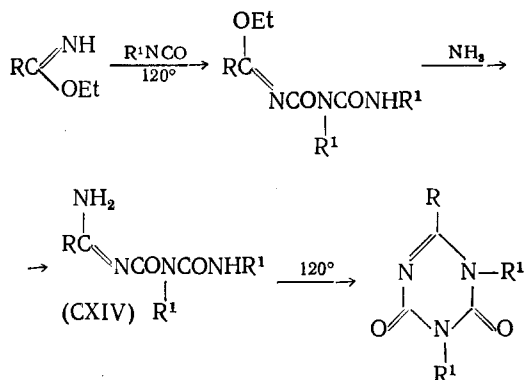
Уже упоминавшиеся N-тиоациламинидины (LXXXIV) (стр. 688) были использованы для получения 1,3-тиазинонов-6 [197, 243]:



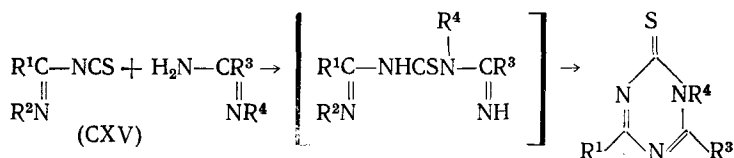
Большое количество исследований посвящено синтезу производных триазина на основе амидинов. Основная часть этих синтезов связана с применением в качестве второй реакционной компоненты различных изоцианатов и изотиоцианатов, например фенилизотиоцианата [150, 244] — в этих случаях в реакцию вводились N-гетариламинидины.



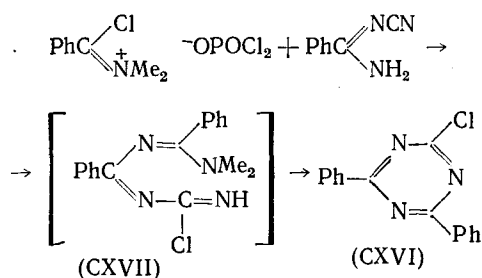
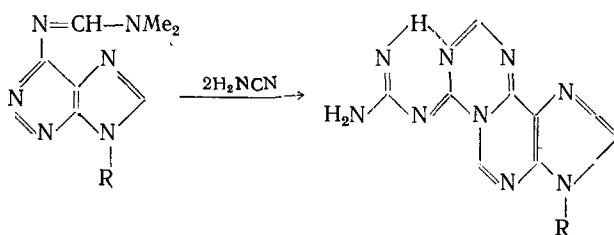
[1,2]-Аддукты (триазиндионы или триазиндитионы) образуются также при взаимодействии амидинов с бензолсульфонилизотиоцианатом [168] или с метилизотиоцианатом [168, 169]. Сюда же примыкает исследование касающееся синтеза производных триазина внутримолекулярной циклизацией амидина (CXIV), полученного обработкой соответствующего иминоэфира R¹NCO и затем аммиаком [245]:



симм-Триазинтионы получены также взаимодействием иминоизотиоцианатов (CXV) с амидами [246, 247]:

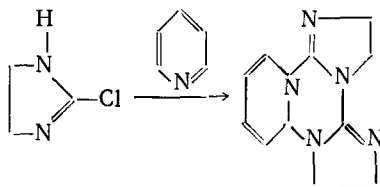


К другим способам получения триазинов относятся реакции амидинов с цианамидом [43] и взаимодействие N-цианамидинов и комплексов амидов с хлорокисью фосфора [248]:

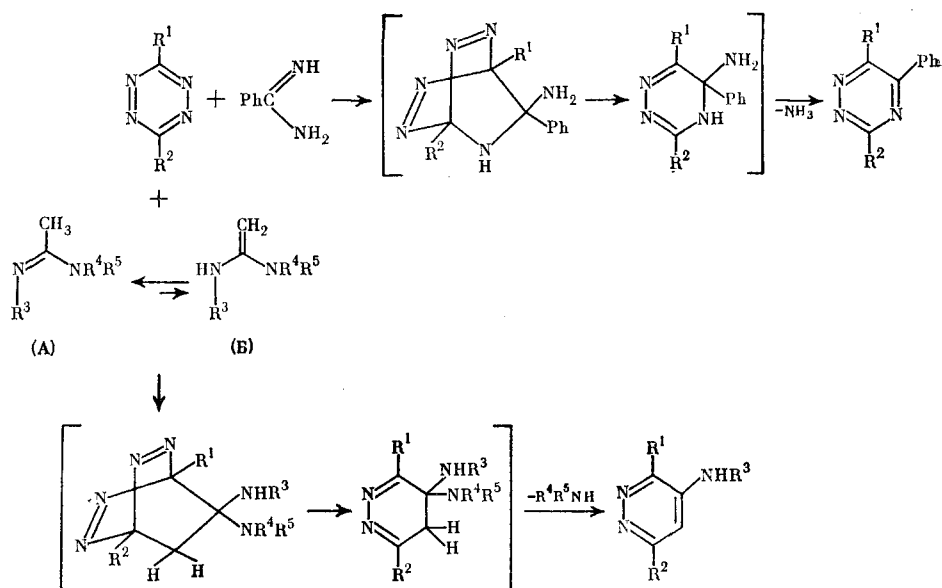


Автор не объясняет почему образуется хлортриазин (CXVI), однако можно предположить, что циклизации подвергается промежуточный имидхлорид (CXVII).

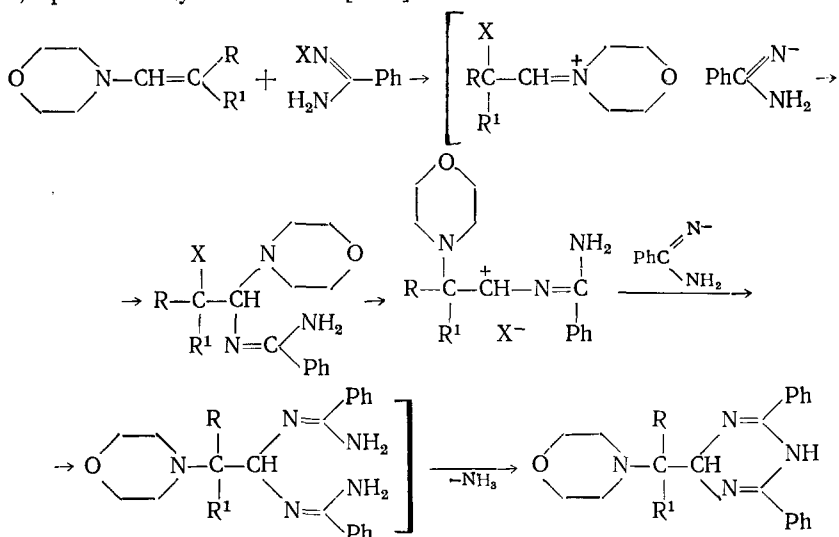
При взаимодействии циклических хлорформамидинов с пиридином или хинолином также замыкается триазиновый цикл [249]:



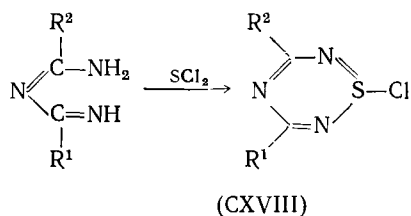
В реакции с тетразинами амидины выступают в качестве диенофила — в результате образуются 1,2,4-триазины [250]. Существенно, что когда в аналогичную реакцию вводят N,N,N'-тризамещенные амидины в качестве продуктов образуются пиридазины [251]. Авторы считают, что такое протекание процесса является следствием наличия амидин — ендиаминного равновесия ($A \rightleftharpoons B$) [215] (см. также стр. 690).



И, наконец, отметим интересную реакцию N-галогенамидинов с енаминами, протекающую по схеме [252]:



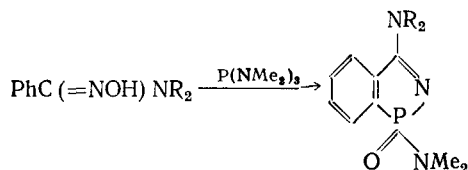
Производное 1,2,4,6-тиатриазина (CXVIII) получено взаимодействием имидоиламидинов с двухлористой серой [253]:



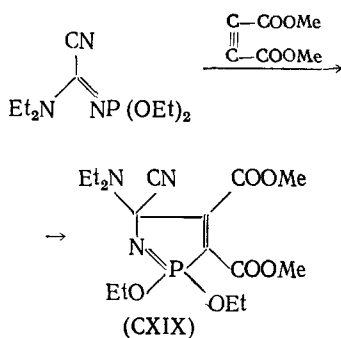
Если в такую реакцию вводят N-ариламидины, то образуются производные 4-хлор-4-тиахиназолинов [254].

И в заключение этого раздела укажем на исследования, посвященные синтезу фосфор- и борсодержащих гетероциклов. Наибольшее число таких работ посвящено фосфатриазинам — их получение осуществлено взаимодействием N-циан- [255] или N-имидоиламидинов [256] с пятихлористым фосфором, трихлорфосфазосоединений с амидами или

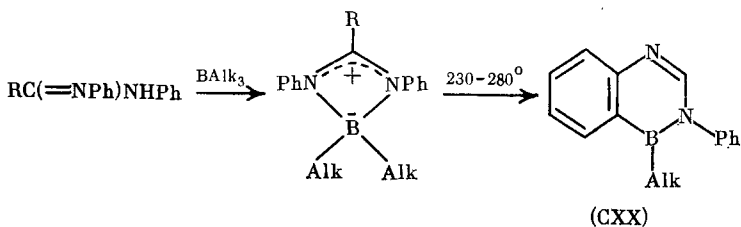
N-дихлорфосфиламидами [94], а также реакцией N-оксиамидинов с фосфинами [257]. Последняя реакция относится к N-оксиамидинам, незамещенным по второму азоту. Для N-замещенных соединений реакция протекает по другому и замыкается не шести-, а пятичленный цикл [257]:



Фосфорсодержащие амидины использованы в синтезе производных азафосфолов (CXIX) [166]:



Поскольку борамидинам посвящен упомянутый уже выше обзор [7] укажем здесь лишь на одну, недавно опубликованную работу по синтезу борхиназолинов (CXX) [258]:



* * *

В настоящем обзоре рассмотрены литературные данные, касающиеся химии амидинов и не затронуты результаты исследования родственных систем, таких как производные гуанидина, О- и S-замещенные мочевины и тиомочевины. Лишь в отдельных случаях обзор касается химии амидиниевых солей, тем более, что их свойствам посвящен ряд недавно опубликованных обзоров [6, 259]. Рассмотрение материала по указанным типам соединений совместно с данными по химии амидинов в рамках одной статьи вряд ли возможно.

Резюмируя литературные данные можно утверждать, что развитие химии амидинов обусловило развитие различных областей органической химии, в первую очередь химии гетероциклов, и оказалось весьма плодотворным в теоретическом и практическом отношениях.

1. The Chemistry of amidines and imidates. Ed Patai S. London — New York — Sydney — Toronto: John Wiley and Sons, 1975.
2. Oediger H., Moller F., Eiter K. Synthesis, 1972, p. 591.
3. Wamhoff H., Korte F. Ibid., 1972, p. 151.
4. Miocque M., Fauran C. Ann. Chim. (Paris), 1972, t. 7, p. 89.
5. Asghar S. S. J. Mol. Med., 1977, v. 2, p. 1.
6. Lloyd D., McNab H. In: New Synthetic Methodss. Weinheim — New York: Verlag Chemie, 1979, v. 5, p. 209.
7. Mikhailov B. M. Pure Appl. Chem., 1977, v. 49, p. 749.
8. Wagner G., Wunderlich J. Pharmazie, 1976, B. 31, S. 766.
9. Wagner G., Voight B., Danicke D., Liebermann T. Ibid., 1976, B. 31, S. 528.
10. Tidwell R. R., Fox L. L., Geratz J. D. Biochem. Biophys. Acta, 1976, v. 445, p. 729.
11. Пантев Т., Георгиева Р. Фармация (София), 1979, т. 29, с. 1.
12. McCarthy J. R. Бельг. пат. 831934 (1976); С. А., 1976, v. 85, 116817.
13. McCarthy J. R. Пат. Великобритания 1466047 (1977); С. А., 1977, v. 87, 117663.
14. Strebelle M., Fuks R. Bull. Soc. Chim. Berl., 1978, v. 87, p. 717.
15. Fuks R. Tetrahedron, 1973, v. 29, p. 2147.
16. Hoch H., Schewermann H. Пат. ФРГ 2604196 (1977); С. А., 1978, 88, 22333.
17. Fuks R. Bull. Soc. Chim. Belg., 1973, v. 82, p. 571.
18. Fuks R. Europ. Polym. Sci., 1973, v. 9, p. 835.
19. Ogonor J. I. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 2909.
20. Yasumoto M., Yanagiya K., Kurabayashi M. Яп. пат. 7392301 (1973); С. А., 1974, v. 80, 145849.
21. Пассер Б. В., Кульбицкий Г. Н., Калашникова Н. А., Воропаева Т. И. Ж. орг. химии, 1972, т. 8, с. 1246.
22. Глушков Р. Г., Граник В. Г. Успехи химии, 1969, т. 38, с. 1969.
23. Glode G., Haase L., Gross H. Z. Chem., 1969, B. 9, S. 201.
24. Граник В. Г., Пятин Б. М., Глушков Р. Г. Успехи химии, 1971, т. 40, с. 1593.
25. Граник В. Г., Жидкова А. М., Глушков Р. Г. Там же, 1977, т. 46, с. 685.
26. Abdulla R. F., Brinkmeyer R. S. Tetrahedron, 1979, v. 35, p. 1675.
27. Simchen G. In: Iminium Salts in Organic Chemistry, part 2. Ed. Böhme H., Viehe H. G. New York: Wiley, 1979, p. 393.
28. Kato T., Takada A., Ueda T. Chem. Pharm. Bull. 1972, v. 20, p. 901.
29. Nii Y., Okano K., Kobayashi S., Ohio M. Tetrahedron Letters, 1979, p. 2517.
30. Князева В. Ф., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Арутюнян Г. С. Хим. фарм. ж., 1981, № 5, с. 44.
31. Pedersen E. B., Lawesson S. O. Tetrahedron, 1973, v. 29, p. 4205.
32. Pedersen E. B. Acta Chem. Scand., B., 1977, v. 31, p. 261.
33. Глушков Р. Г. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. докт. хим. наук. М.: МХТИ им. Менделеева, 1971.
34. Besan J., Kulcsar L., Kovacs M. Synthesis, 1980, p. 883.
35. Глушков Р. Г., Засосова И. М., Овчарова И. М. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 1398.
36. Pedersen E. B. Synthesis, 1979, p. 546.
37. Ogata M., Matsumoto H. Heterocycles, 1978, v. 11, p. 139.
38. Schnur R. C. J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 3726.
39. Janousek Z., Viehe H. G. In: Iminium Salts in Organic Chemistry, part 1. Ed. Böhme H., Viehe H. G. New York: Wiley, 1976, p. 343.
40. Viehe H. G., Janousek Z. Angew. Chem., 1973, B. 85, S. 837.
41. Taylor E. C., Dumas D. J. J. Org. Chem., 1980, v. 45, p. 2485.
42. Junek H., Mittelbach M., Thierrichter B. Monatsch. Chem., 1979, v. 110, p. 1279.
43. Kosmane R. S., Leonard N. J. J. Org. Chem., 1981, v. 46, p. 1457.
44. Граник В. Г., Сочнева Е. О., Персианова И. В. Хим. гетероцикл. соед., 1978, с. 379.
45. Fitt J. J., Gschwend H. W. J. Org. Chem., 1977, v. 42, p. 2639.
46. Kanthlechner W., Wagner F., Brederbeck H. Ann., 1980, S. 344.
47. Lin Y-i, Lang S. A., Lovell M. F., Perkinson N. A. J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 4160.
48. Lin Y-i, Lang S. A., Petty S. P. Ibid., 1980, v. 45, p. 3750.
49. Lin Y-i, Lang S. A. Synthesis, 1980, p. 119.
50. Gupton J. T., Colon C., Harrison C. R., Lizzi M. J., Polk D. E. J. Org. Chem., 1980, v. 45, p. 4522.
51. Gold H. Angew. Chem., 1960, v. 72, p. 956.
52. Кайманакова С. И., Кулешова Е. Ф., Соловьева Н. П., Граник В. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1982, с. 1553.
53. Ellgehausen D. Chimia, 1976, B. 30, S. 387.
54. Глушков Р. Г., Дронова Л. И., Николаева Л. А., Костикова Ю. И. Хим. фарм. ж., 1978, № 1, с. 93.
55. Глушков Р. Г., Дронова Л. И., Николаева Л. А., Медведев Б. А., Машковский М. Д., Соловьева Н. П., Турин К. Ф., Персианова И. В. Там же, 1978, № 6, с. 59.
56. Глушков Р. Г., Дронова Л. И., Николаева Л. А., Медведев Б. А., Машковский М. Д. Там же, 1981, № 6, с. 39.
57. Tritzschler W., Kausz S. Synthesis, 1972, p. 32.
58. Tritzschler W., Kabusz S. Ibid., 1973, p. 423.

59. Bitter J., Karpati A., Toke L. Acta Chim. Acad. Sci. Hung., Tomus, 1979, v. 102, p. 235.
60. Граник В. Г., Марченко Н. Б., Соичева Е. О., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Шейнкер Ю. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1976, с. 805.
61. Граник В. Г., Марченко Н. Б., Соичева Е. О., Власова Т. Ф., Григорьев А. Б., Полевиков М. К., Глушков Р. Г. Там же, 1976, с. 1505.
62. Cook L. S., Wakefield B. J. Tetrahedron Letters, 1976, p. 147.
63. Cook L. S., Wakefield B. J. J., Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1980, p. 2392.
64. Приказикова Л. П., Рыбченко Л. И., Черкасов В. М. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 831.
65. Pocar D., Trimarco P. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1976, p. 622.
66. Rajappa S., Sreenivasan R. Ind. J. Chem., 1979, v. 178, p. 339.
67. Kaji K., Matsubara H., Nagashima H., Kikugawa Y., Yamad S. Chem. Pharm. Bull. Japan, 1978, v. 26, p. 2246.
68. Lettiere G., Larizza A., Brancaccio G., Monforte P. Atti. Soc. Peloritana Sci. Fis., Mat., Nat., 1978, v. 24, № 1, p. 77; C. A. 1980, v. 92, 94028.
69. Ried W., Christ R. Ann., 1980, S. 693.
70. Абражнова Е. А., Севастьянов В. Н., Пронский А. Ф. Ж. орг. химии, 1975, т. 11 с. 2243.
71. Ried W., Dietschmann H. Ann., 1981, S. 1009.
72. Kharsan R. S., Mishra R. K. Ind. J. Chem., 1975, v. 13, p. 295.
73. Satyanarayana K., Mishra R. K. Anal. Chem., 1974, v. 46, p. 1609.
74. Халилова С. Ф., Поплавская Н. А. Изв. АН КазССР. сер. хим. 1977, т. 27, № 1, с. 61.
75. Jakobsen P., Treppendahl S. Tetrahedron, 1977, v. 33, p. 3137.
76. Hegarty A. F., Chandler A. Chem. Commun., 1980, p. 130.
77. Hegarty A. F., Chander A. Tetrahedron Letters, 1980, p. 885.
78. Marmet D., Boullanger P., Descotes G. Ibid., 1980, p. 1459.
79. Magosch K. H. Synthesis, 1972, p. 37.
80. Henklein P., Westphal G. Z. Chem. 1973, B. 13, S. 429.
81. Fuks R., Strebel M., Wenders A. Synthesis, 1977, p. 788.
82. Möhrle H., Scharf U. Arch. Pharm., 1974, B. 307, S. 51.
83. Morimura S. Heterocycles, 1980, v. 14, p. 1449.
84. DenBril M. V., Fuks R. Synthesis, 1980, p. 893.
85. Fuks R., Den Bril M. V. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 2895.
86. Den Bril M. V., Fuks R. Ibid., 1981, v. 37, p. 2905.
87. Fuks R., Den Bril M. V. Synthesis, 1980, p. 121.
88. Ohmori M., Miyazaki Y., Hasegawa K., Watanabe Y., Utsuki Y. Яп. пат. 7512408 (1975); C. A. 1975, v. 83, 178370.
89. Halliday J. D., Symons E. A., Bannett J. D. Canad. J. Chem., 1978, v. 56, p. 1455.
90. Дубина В. Л., Педан В. П., Дембинский И. К. Ж. орг. химии, 1976, т. 12, с. 64.
91. Minami T., Takimoto F., Agawa T. Bull. Chem. Soc. Jap., 1975, v. 48, p. 3259.
92. Hocker J., Merten R. Ann., 1978, S. 16.
93. Мартынов А. В., Мирскова А. П., Калихман И. Д., Макаров П. В., Воронков М. Н. Ж. орг. химии, 1979, т. 15, с. 427.
94. Кухарь В. П., Кашева Т. Н. Ж. общей химии, 1976, т. 46, с. 1462.
95. Мироновская Н. М., Дымова С. Ф., Владимиров И. Л., Мельников Н. Н. Там же, 1978, т. 48, с. 2465.
96. Синица А. Д., Кальченко В. И. Докл. АН СССР, сер. Б., 1977, с. 1008.
97. Maringgele W., Meller A. Z. Anorg. allg. Chem., 1978, B. 445, S. 107.
98. Коваль И. В., Бородавко Н. Д. Ж. орг. химии, 1981, т. 17, с. 2022.
99. Харченко А. В., Кремлев М. М., Коваль И. В. Там же, 1977, т. 13, с. 459.
100. Харченко А. В., Коваль И. В., Кремлев М. М. Там же, 1979, т. 15, с. 443.
101. Reynaud P., Brion J. D., Menard G. Bull. Soc. chim. France, 1976, № 1—2, Part 2, p. 301.
102. Wicherink S. C., Scheerend J. W., Nivard R. J. F. Synthesis, 1976, p. 273.
103. Sieveking H. U., Lütke W. Ann., 1977, S. 189.
104. Kolb R., Schwenker G. Chem. Ber., 1973, B. 106, S. 105.
105. Pandeya S. N., Pat P. Current. Sci. (India), 1980, 302.
106. Дорохов В. А., Бочкарева М. Н., Болдырева А. Г., Рассадин Б. В., Михайлов Б. М. Изв. АН СССР, сер. хим., 1979, с. 411.
107. Енгоян А. П., Шейнкер Ю. Н., Власова Т. Ф., Курило Г. Н., Гринев А. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1972, с. 225.
108. Соловьева И. П., Переслени Е. М., Немерюк М. П., Травень Н. И., Сафонова Т. С., Шейнкер Ю. Н. Там же, 1975, с. 1128.
109. Naulet N., Filleux M. L., Martin C. J., Pornet J. Org. Magn. Res. 1975, v. 7, p. 326.
110. Jakobsen P., Treppendahl S. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 829.
111. Кухарь В. П., Шевченко М. В., Кирсанова Н. А. Ж. орг. химии, 1973, т. 9, с. 1815.
112. Halliday J. D., Symons E. A., Binder P. D. Canad. J. Chem., 1978, v. 56, p. 1470.
113. Filleux M. L., Naulet N., Dirie J. P., Martin C. J., Pornet J., Miginiac L. Tetrahedron Letters, 1974, p. 1435.
114. Негребецкий В. В., Бегельфер Л. Я., Кальченко В. И., Синица А. Д., Калинин В. Н. Докл. АН УССР, сер. Б., 1980, с. 52.
115. McKennis J. S., Smith P. A. S. J. Org. Chem., 1972, v. 37, p. 4173.
116. Rappoport Z., Ta-Shma R. Tetrahedron Letters, 1972, p. 5281.

117. Граник В. Г., Власова Т. Ф., Беляева О. Я., Шейнкер Ю. Н. Ж. орган. химии, 1979, т. 15, с. 272.
118. Ches S. O., Cook M. J., Katritzky A. R. J. Chem. Soc., Perkin Trans. II, 1974, p. 546.
119. Cook M. J., Katritzky A. R., Nadjis S. Ibid., 1976, p. 211.
120. Fernandez B., Perillo I., Lamdan S. Ibid., 1973, p. 1371.
121. Fernandez B., Perillo I., Lamdan S. Ibid., 1973, p. 1416.
122. Perillo I., Fernandez B., Lamdan S. Ibid., 1977, p. 2068.
123. Граник В. Г. Успехи химии, 1982, т. 51, с. 207.
124. Fišnerova L., Crimova J., Nemeček O. Cs. Farm. 1980, v. 29, p. 142.
125. Shridhar D. R., Sastry C. V. R. Ind. J. Chem. 1979, v. 18B, p. 254.
126. Граник В. Г., Жидкова А. М., Глушков Р. Г., Персианова И. В., Переслени Е. М., Енгоян А. П., Шейнкер Ю. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1974, с. 1220.
127. Граник Е. М., Гойзман М. С., Шаназаров К. С. Хим. фарм. ж., 1981, № 9, с. 116.
128. Enders E., Stendel W., Wollweber H. Pestic. Sci., 1973, v. 4, p. 823.
129. Джаров, Д., Крушков Ив. Фармация (София), 1979, т. 29, № 6, с. 14.
130. Satyanarayana K., Mishra R. K. Ind. J. Chem., 1975, v. 13, p. 295.
131. Deb K. K., Mishra R. K. Curr. Sci., 1976, v. 45, p. 134.
132. Cameron N. D., Kilner M. Chem. Commun., 1975, p. 687.
133. Brunner H., Wachter J. J. Chem. Res., S, 1978, p. 136.
134. Минкин В. И., Олехнович Л. П., Жданов Ю. А., Михайлов И. Е., Метлушенко В. П., Иванченко Н. М., Борисенко Н. И. Ж. орг. химии, 1976, т. 12, с. 1260.
135. Минкин В. И., Олехнович О. П., Жданов Ю. А., Михайлов И. Е., Метлушенко В. П., Иванченко Н. М. Там же, 1976, т. 12, с. 1271.
136. Олехнович Л. П., Михайлов И. Е., Иванченко Н. М., Жданов Ю. А., Минкин В. И. Там же, 1979, т. 15, с. 1355.
137. Олехнович Л. П., Минкин В. И., Михайлов И. Е., Иванченко Н. М., Жданов Ю. А. Докл. АН СССР, 1977, т. 233, с. 874.
138. Олехнович Л. П., Михайлов И. Е., Иванченко Н. М., Метлушенко В. П., Жданов Ю. А., Минкин В. И. Ж. орг. химии, 1973, т. 14, с. 340.
139. Клецкий М. Е., Миняев Р. М., Минкин В. И. Там же, 1980, т. 16, с. 686.
140. Halliday J. D., Symons A. Canad. J. Chem. 1978, v. 56, с. 1463.
141. Шапкин В. Л., Попов С. И. Ж. орг. химии, 1980, т. 16, с. 1056.
142. Шапкин В. Л., Попов С. И. Там же, 1980, т. 16, с. 160.
143. Шапкин В. Л., Попов С. И. Там же, 1980, т. 16, с. 230.
144. Chandler A. Hegarty A. F., McCormick M. T. J. Chem. Soc., Perkin Trans., II, 1980, p. 1318.
145. Burdick B. A., Benkovic P. A., Benkovic S. J. J. Am. Chem. Soc., 1977, v. 99, p. 5716.
146. Benkovic S. J. Acc. Chem. Res., 1978, v. 11, p. 314.
147. Reynaud P., Brion J.-D., Menard G. Bull. Soc. chim. Fr., 1978, № 9—10, Part 2, p. 449.
148. Kreutzberger A., Uzbek M. U. Arch. Pharm., 1972, B. 305, S. 502.
149. Ahlberg P., Ek M. Chimica Scripta, 1976, v. 10, № 1, p. 47.
150. Zupan M., Stanovnik B., Tisler N. J. Org. Chem., 1972, v. 37, p. 2960.
151. Краснова Л. Б., Попов С. И., Докунихин Н. С. Ж. орг. химии, 1973, т. 9, с. 1494.
152. Граник В. Г., Сочнева Е. О., Соловьева И. П., Шварц Г. Я., Сюбаев Р. Д., Машковский М. Д. Хим. фарм. ж., 1980, № 6, с. 36.
153. Севастьянов В. Н., Абражанова Е. А. Ж. орг. химии, 1981, т. 17, с. 91.
154. Абражанова Е. А., Севастьянов В. Н. Там же, 1976, т. 12, с. 780.
155. Ried W., Weidemann P. Chem. Ber., 1971, B. 104, S. 3329.
156. Фокин А. В., Столяров В. П., Гуков А. М., Узун А. Т., Комаров В. А. Изв. АН СССР, сер. хим., 1978, с. 2802.
157. Rogne O. Chem. Commun., 1977, p. 695.
158. Давтян М. М., Круковский С. П., Игнатенко А. В., Пономаренко В. А. Изв. АН СССР, сер. хим., 1977, с. 2775, 2784.
159. Давтян М. М., Круковский С. П., Игнатенко А. В., Пономаренко В. А. Там же, 1980, с. 1414.
160. Фокин А. В., Столяров В. П., Комаров В. А., Узун А. Т. Там же, 1977, с. 2139.
161. Gautier J. A., Miocque M., Le Cloarec A. Y., Furan C., Raynaud G., Pourrias B. Франц. пат. 2081556 (1972); С. А. 1972, v. 77, p. 61615.
162. Meth-Cohn O., Narine B. Synthesis, 1980, p. 133.
163. Barker P. L., Gendler P. L., Rappoport H. J. Org. Chem., 1981, v. 46, p. 2455.
164. Шевченко В. И., Кальченко В. И., Сеница А. Д. Ж. общей химии, 1977, т. 47, с. 2157.
165. Маковецкий М. С., Рудаевский В. П., Розогзянский А. В., Шатурский Я. П., Наукові Праці Уста, 1973, т. 62, с. 156.
166. Шевченко В. П., Сеница А. Д., Кальченко В. И. Ж. общей химии, 1976, т. 46, с. 541.
167. Shioiri T., Kawai N., Ban M. Яп. пат. 7959238 (1979); С. А. 1979, v. 91, 156827.
168. Veronese A. C., Di Bello C., Filiza F., D'Angeli F. Gazz. Chim. Ital., 1971, v. 101, p. 569.
169. Schwenker G., Kolb B. Chem. Ber., 1975, B. 108, S. 1142.
170. Kolb R., Schwenker G. Tetrahedron Letters, 1972, p. 4699.
171. Толмачева Г. М., Круковский С. П., Берман Е. П., Пономаренко В. А. Изв. АН СССР, сер. хим., 1976, с. 1963.
172. Hartke K., Wolf H. M. Arch. Pharm., 1980, B. 313, S. 208.
173. Wolf H. M., Hartke K. Ibid., 1980, B. 313, S. 215.

174. Робев Ст. Доклады Болг. АН, 1980, т. 33, с. 635.
175. Graefe J. Z. Chem. 1975, B. 15, S. 301.
176. Meyers A. I., Hoesel W. T. J. Am. Chem. Soc., 1980, v. 102, p. 7125.
177. Граник В. Г., Жидкова А. М., Власова Т. Ф., Глушков Р. Г., Шейнкер Ю. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1974, с. 533.
178. Граник В. Г., Жидкова А. М., Анисимова О. С., Глушков Р. Г. Там же, 1975, с. 710.
179. Граник В. Г., Марченко Н. Б., Буданова Н. Б., Кузовкин В. А., Власова Т. В., Анисимова О. С., Глушков Р. Г. Ж. орг. химии, 1975, т. 11, с. 1829.
180. Граник В. Г., Беляева О. Я., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Григорьев А. Б., Полиевктов М. К. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 1518.
181. Граник В. Г., Жидкова А. М., Глушков Р. Г., Григорьев А. Б., Полиевктов М. К., Власова Т. Р., Анисимова О. С. Там же, 1977, с. 1348.
182. Su G. C. C., Zabic M. J. J. Agricult. Food Chem., 1972, v. 20, № 2, p. 320.
183. Swanson B. J., Crockett G. C., Koch T. H. J. Org. Chem., 1981, v. 46, p. 1082.
184. L'Abbe G., Asch A. V., Dekerk J. P. Tetrahedron Letters, 1981, p. 583.
185. Eicher T., Abdesaken F., Franke G., Weber J. L. Ibid., 1975, p. 3915.
186. Potts K. T., Chem. S. J. J. Org. Chem., 1977, v. 42, p. 1639.
187. Potts K. T., Husain S. Ibid., 1971, v. 36, p. 3368.
188. Hamaguchi M., Umeta T. Chem. Letters, 1975, p. 169.
189. Citerio L., Pocar D., Stradi R. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1978, p. 309.
190. Pocar D., Stradi R. Tetrahedron Letters, 1976, p. 1839.
191. Citerio L., Pocar D., Saccarello M. L., Stradi R. Tetrahedron, 1979, v. 35, p. 2453.
192. Виноградова Т. К., Мискевич Г. И., Драч В. С. Ж. орг. химии, 1980, т. 16, с. 1869.
193. Еремеев А. В., Элькинсон Р. С., Липиньш Э. Э., Имулс В. А. Хим. гетероцикл. соед., 1980, с. 1624.
194. Schaumann E., Grabley S. Chem. Ber. 1980, B. 113, S. 934.
195. Ершова Н. И., Гезаво Ю. И., Станинец В. И. Укр. хим. ж., 1977, т. 43, с. 884.
196. Lin Y-i, Seifert C. M., Kang S. M., Dusza J. P., Lang S. A. J. Heterocycl. Chem., 1979, v. 16, p. 1377.
197. Meslin J. C., Quinion H. Tetrahedron, 1975, v. 31, p. 3055.
198. Decroix B., Pastour P. J. Chem. Res. S., 1978, № 4, p. 132.
199. Lin Y-i, Lang S. A. J. Org. Chem., 1981, v. 46, p. 3123.
200. Dimsdale M. J. J. Heterocycl. Chem., 1981, v. 18, p. 37.
201. Seale P. W., Warburton W. K. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I., 1974, p. 85.
202. L'Abbe, Verbruggen A. Tetrahedron Letters, 1979, p. 49.
203. Gompper R., Heinemann U. Angew. Chem., 1980, B. 92, S. 208.
204. Viehe H. G., Voghel G. J., Smets F. Chimia, 1976, B. 30, S. 189.
205. Robev S. K. Heterocycles, 1980, v. 14, p. 461.
206. Robev S. K. Tetrahedron Letters, 1980, v. 21, p. 2097.
207. Жидкова А. М., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Анисимова О. С., Гуськова Т. А., Першин Г. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1974, с. 670.
208. Граник В. Г., Жидкова А. М., Киселев С. С., Глушков Р. Г., Полежаева А. И., Машковский М. Д. Хим. фарм. ж., 1978, № 7, с. 66.
209. Марченко Н. Б., Граник В. Г., Власова Т. Ф., Анисимова О. С., Глушков Р. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1976, с. 665.
210. Pedersen E. B., Lawesson S. O. Acta Chim. Scand., B, 1974, v. 28, p. 1045.
211. Сочнева Е. О., Соловьева Н. П., Граник В. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1978, с. 1671.
212. Граник В. Г., Марченко Н. Б., Глушков Р. Г. Там же, 1978, с. 1549.
213. Граник В. Г., Марченко Н. Б., Власова Т. Ф., Глушков Р. Г. Там же, 1976, с. 1509.
214. Граник В. Г., Беляева О. Я., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Анисимова О. С. Там же, 1977, с. 1106.
215. Азимов В. А., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Яхонтов Л. Н. Там же, 1978, с. 355.
216. Граник В. Г., Григорьев А. Б., Полиевктов М. К. Там же, 1977, с. 1523.
217. Граник В. Г., Сочнева Е. О., Соловьева Н. П. Там же, 1980, с. 1120.
218. Азимов В. А., Бычихина Н. Н., Яхонтов Л. Н. Там же, 1981, с. 1283.
219. Граник В. Г., Сочнева Е. О., Соловьева Н. П. Там же, 1980, с. 416.
220. Граник В. Г., Жидкова А. М., Дубинский Р. А. Там же, 1981, с. 289.
221. Граник В. Г., Жидкова А. М., Дубинский Р. А. Там же, 1982, с. 518.
222. Граник В. Г., Жидкова А. М. Тез. докл. V Всесоюзн. коллоквиума. Химия, биохимия, и фармакология производных индола. Тбилиси, 1981, с. 21.
223. Chovat R. J., Radak S. E., Searle G. D. Tetrahedron Letters, 1980, p. 421.
224. Ароян А. Л., Крамер М. С., Саакян А. Г. Арм. хим. ж., 1975, т. 28, с. 150.
225. Wathoff H., Materne C. Ann., 1971, B. 754, S. 113.
226. Глушков Р. Г., Беляева О. Я., Граник В. Г., Полиевктов М. К., Григорьев А. Б., Серохвостова В. Е., Власова Т. Ф. Хим. гетероцикл. соед., 1976, с. 1640.
227. Хилл В. П., Голубушина Г. М., Мейта Е. Н., Корнилов М. Ю. Докл. АН УССР, 1980, сер. Б, с. 57.
228. Lowe W. Ann., 1977, S. 1050.
229. Peterson U., Heitzer H. Ibid., 1976, S. 1663.
230. Жданова М. П., Звездина Э. А., Дорофеев Г. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1978, с. 456.
231. Takagi K., Hubert-Hebart M. Bull. Soc. chim. France, 1977, № 3—4, p. 369.
232. Робев Ст. Докл. Болг. АН, 1971, т. 30, с. 719.
233. Robev S. Tetrahedron Letters, 1978, p. 1163.
234. Ried W., Erle H. E. Chem. Ber., 1979, B. 112, S. 640.

235. McCall J. M., Kamdar B. V., Kloosterman D. *Synthesis*, 1980, p. 123.
236. Albert A. J. *Chem. Soc., Perkin Trans. II*, 1976, p. 291.
237. Kair W. E., Wood H. C. S. *J. Chem. Soc.*, 1976, p. 1847.
238. Боровик В. П., Ивановская Л. Ю., Мамаев В. П. *Изв. Сиб. отд. АН СССР*, 1977, № 14, вып. 6, с. 110.
239. Боровик В. П., Филатова Л. С., Мамаев В. П. Там же, 1975, № 7, вып. 3, с. 137.
240. Суворов Н. Н., Черков В. А., Вележева В. С., Ершова Ю. А., Симаков С. В., Севодин В. П. *Хим. фарм. ж.*, 1981, № 9, с. 27.
241. Keir W. F., McLennan A. H., Wood H. C. S. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*, 1978, p. 1002.
242. Keir W. F., McLennan A. H., Wood H. C. S. *Ibid.*, 1977, p. 1321.
243. Meslin J. C., Quiniou H. *Synthesis*, 1974, p. 298.
244. Tisler M., Stanovnik B. *Chem. Commun.*, 1980, p. 313.
245. Etienne A., Lonchambon G., Roques J., Lemmens B., Pintard F. *Compt. rend. C.*, 1978, t. 287, p. 285.
246. Neuffer J., Goerdeler J. *Chem. Ber.* 1971, B. 104, S. 3498.
247. Barnikow G., Ebeling H. *Z. Chem.*, 1973, B. 13, S. 424.
248. Harris R. L. N. *Synthesis*, 1980, p. 841.
249. Saczewski F., Foks H. *Ibid.*, 1981, p. 154.
250. Figeys H. P., Mathy A. *Tetrahedron Letters*, 1981, p. 1393.
251. Figeys H. P., Mathy A., Dralants A. *Synth. Commun.*, 1981, p. 655.
252. Citerio L., Pocar D., Stradi R., Giola B. *Tetrahedron*, 1979, v. 35, p. 69.
253. Корнута П. П., Дерий Л. П., Марковский Л. Н. *Ж. орг. химии*, 1980, т. 16, с. 1308.
254. Марковский Л. Н., Дармохвал Э. А., Левченко Е. С. Там же, 1973, т. 9, с. 2038.
255. Корнута П. П., Колотило Н. В., Марковский Л. Н. *Ж. общей химии*, 1977, т. 47, с. 342.
256. Корнута П. П., Колотило Н. В. Там же, 1978, т. 48, с. 1181.
257. Lopez L., Barrans J. J. *Chem. Soc., Perkin Trans. I*, 1977, p. 1806.
258. Дорохов А. В., Болдырева О. Г., Бочкарева М. Н., Михайлов Б. М. *Изв. АН СССР, сер. хим.*, 1979, с. 174.
259. Kantlehner W. In: *Iminium Salt in Organic Chemistry*, part 2. Ed. Bohme H., Viehe H. G., New York: Wiley, 1979, p. 321.

Всесоюзный научно-исследовательский
Химико-фармацевтический институт
им. С. Орджоникидзе, Москва