

УДК 547.333

## УСПЕХИ ХИМИИ ЕНАМИНОВ

Граник В. Г.

В статье обобщены результаты исследований, касающихся физико-химических и химических свойств енаминов. Особое внимание уделено использованию енаминов в синтезе различных гетероциклических систем.

Библиография — 236 ссылок.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

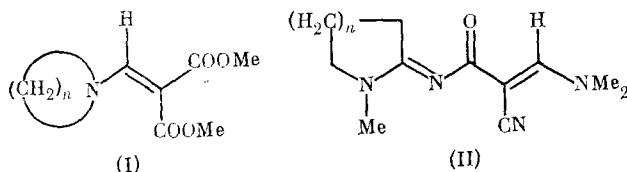
I. Введение	651
II. Структурные исследования, протонирование и гидролиз енаминов	651
III. Окисление и восстановление енаминов	655
IV. Присоединение по енаминовой двойной связи, циклоприсоединение, перегруппировки	658
V. Реакции енаминов с нуклеофильными и электрофильными реагентами	659
VI. Енамины в синтезе гетероциклических соединений	668

## I. ВВЕДЕНИЕ

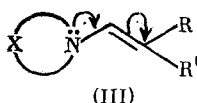
Химия енаминов является в настоящее время одной из наиболее интенсивно развивающихся областей органического синтеза и число публикаций, касающихся свойств и превращений этих соединений, непрерывно растет. Вследствие этого, несмотря на целый ряд обзоров, рассматривающих различные аспекты химии енаминов и родственных соединений [1–14], представляется целесообразным обобщить появившийся в последние годы (в основном, в 1977–1982 гг.) обширный материал, посвященный изучению различного типа енаминовых систем. При этом в настоящем обзоре специально не рассматриваются исследования, в которых описаны пути синтеза различных енаминов, так как принципиально нового в этом отношении материала в литературе не появилось, а известные методы получения енаминов ранее подробно обсуждены [1]. Как правило, не освещаются здесь также и работы по химии отдельных классов енаминов, которые вошли в указанные выше обзоры.

II. СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ,  
ПРОТОНИРОВАНИЕ И ГИДРОЛИЗ ЕНАМИНОВ

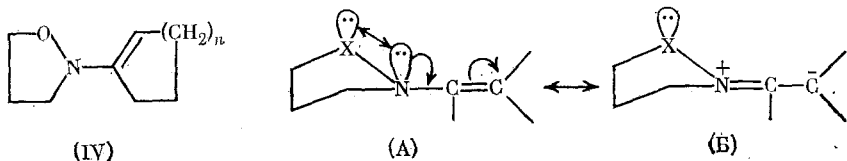
Спектральные исследования енаминов, опубликованные в последние годы, посвящены, в основном, стереохимическим аспектам этих соединений [15–24]. Изучение заторможенного вращения относительно енаминовой C–C-связи в енаминоэфирах типа (I) показало, что основными факторами, определяющими кинетические и термодинамические параметры этого процесса являются степень сопряжения атома азота с двойной связью в основном состоянии и величина несвязанного взаимодействия аминного фрагмента с дис-COOMe-группой, которая в основном состоянии непланарна [15].



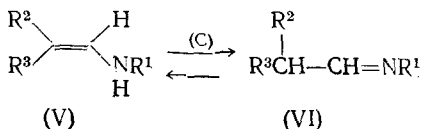
В этой же работе изучен и другой процесс — заторможенное вращение относительно ординарной N—C-связи [15]. Аналогичный процесс обнаружен и исследован для енаминоациламидинов (II) [16]. Изучение спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  большой группы енаминов [17–19] позволило установить, что химические сдвиги  $\beta$ -углеродного атома этих соединений весьма чувствительны к стерическому фактору [17]. В то же время, если этот фактор в различных соединениях не меняется, то химический сдвиг  $\beta$ -C-атома служит характеристикой электронной плотности и для циклических енаминов электронная плотность, а значит и степень сопряжения N-атома со связью C—C — наивысшая для пирролидиновых енаминов [18].



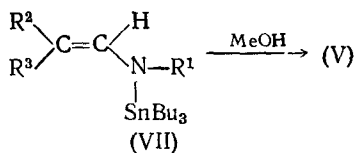
При изучении спектров ЯМР  $^{15}\text{N}$  сделан вывод о  $sp^2$ -конфигурации атома азота в енаминах [19]. В то же время данные фотоэлектронной спектроскопии указывают на пирамидальность азота в енаминах в отличие от соответствующего катион-радикала, где он планарен [20]. Весьма интересен факт, что ЯМР  $^{15}\text{N}$  спектры не коррелируются с данными ПМР и ЯМР  $^{13}\text{C}$  спектроскопии в том плане, что химсдвиги в ЯМР  $^{15}\text{N}$  для пирролидиновых и пиперидиновых енаминов почти не различаются. Авторы относят это несоответствие за счет того, что, по их мнению, изменение электронной плотности на атоме азота не является в данном случае определяющей характеристикой химического сдвига этого атома [21]. С этой точкой зрения следует согласиться, так как значительный химический и физико-химический материал не позволяет в настоящее время сомневаться в том, что в пирролидиновых енаминах (III),  $\text{X} = (\text{CH}_2)_4$  степень «енаминового» сопряжения выше, чем для пиперидиновых и морфолиновых аналогов. В пользу этого говорят и результаты рентгеноструктурного анализа енаминов [22], которые указывают на большую степень планарности енаминового фрагмента в пирролидиновых енаминах, по сравнению с пиперидиновыми и морфолиновыми аналогами. Подробный анализ литературы, касающийся различий  $p\pi$ -сопряжения в енаминах типа (III) дан в работе [23]; авторы пытались еще более увеличить это сопряжение заменой пирролидинового цикла на тетрагидроизоксазольный.



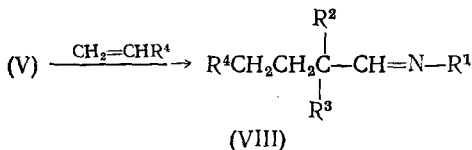
Идея заключалась в том, что отталкивание соседних свободных электронных пар приведет к увеличению енаминового сопряжения  $(A) \leftrightarrow (B)$ . Однако и спектрально (ПМР и ЯМР  $^{13}\text{C}$ ), и химически (реакция с акрилонитрилом) было установлено, что переход к енаминам (IV) приводит к снижению  $p\pi$ -сопряжения и, соответственно, реакционной способности по отношению к электрофильным реагентам, за счет отрицательного индуктивного эффекта атома кислорода. Из работ, посвященных имин-енаминной таутометрии [25–27] отметим исследование, касающееся вторичных енаминов (V), не имеющих  $\beta$ -электроноакцепторных заместителей [25].



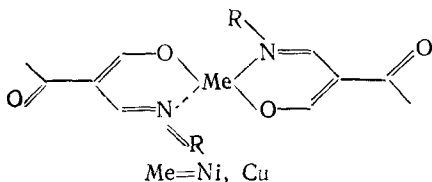
Такие енамины обычно неустойчивы и равновесие (С) сдвинуто в сторону соответствующих иминов (VI). Однако авторам [28] удалось выделить кинетический продукт (V) метанолизом металлоорганического производного (VII) при недостатке метанола:



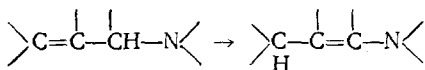
Известно, что реакции имина (VI) с непредельными соединениями, протекающие за счет равновесия (С), требуют длительного нагревания (24 ч, 80°), а в ряде случаев не идут вовсе. В то же время при использовании в таких процессах чистого енамина (V) наблюдается быстрая экзотермическая реакция уже при 0° с образованием замещенного ими-на (VIII).



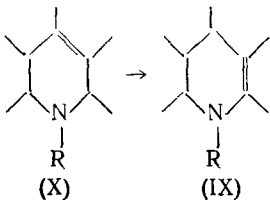
Превращением енаминокарбоильных соединений в иминоенольную форму сопровождается образование весьма прочных комплексов енаминокетонов и енаминоамидов с медью(II) и никелем(II) [28].



Проблеме стабильности енаминовой структуры посвящено исследование [29], в котором приведен большой литературный и экспериментальный материал, касающийся изомеризации аллиламин→енамин



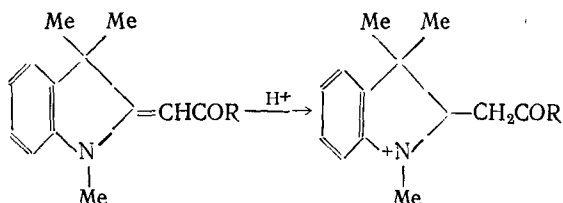
Установлено, что енамины — 2-пиперидеины (IX) термодинамически более стабильны, чем 3-пиперидеины (X) и в присутствии оснований протекает изомеризация:



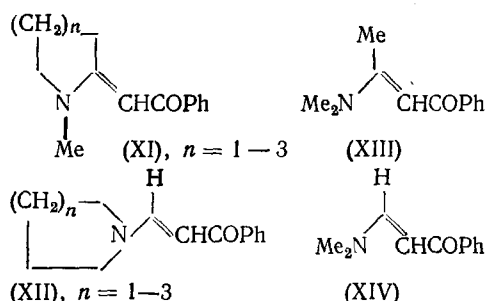
Выигрыш энергии за счет возникновения  $p$   $\pi$ -сопряжения оценивается в 2,5 ккал/моль.

Значительное место в химии енаминов занимает проблема протонирования и гидролиза этих соединений [1, 11]. В последние годы появились как исследования традиционного плана, в которых изучаются еще далеко не вполне ясные вопросы механизма гидролиза енаминов, различного типа и факторы, определяющие то или иное место протонирования этих соединений, так и работы, в которых протонирование енаминов используется в качестве промежуточной ступени для достижения целей синтетического характера. В качестве исследований по первому направлению укажем на работы по изучению протонирования енаминов в газовой фазе [30, 31], в которых показано, что в случаях, когда для

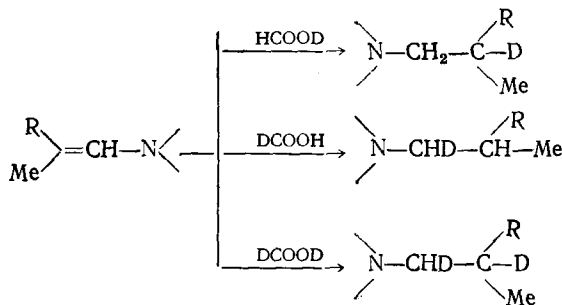
енаминов не имеет место стерическое ингибирование  $p$   $\pi$ -сопряжения, протонирование протекает по  $\beta$ -углеродному атому. Ряд исследований посвящен проблеме протонирования енаминокетонов, но если в работе [32] с помощью ЯМР  $^{13}\text{C}$  установлен в общем обычный факт [1, 11] О-протонирования этих соединений, то в работе [33] указано на редкий случай<sup>1</sup> протонирования енаминокетонов по атому углерода:



При изучении основности и спектров ПМР циклических енаминокетонов (XI), (XII) и их ациклических аналогов (XIII), (XIV) было установлено, что (XI) и (XIII) примерно на 2—3 порядка основнее, чем (XII) и (XIV), что обусловлено разным местом протонирования ((XI) и (XIII) подвергаются  $\beta$ -С-, а (XII) и (XIV)—О- и N-протонированию) [35].



Использование в качестве протонирующего агента дейтерокислот позволило получить из енаминов дейтерированные соединения [36].



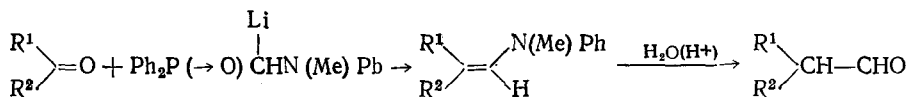
Механизм гидролиза енаминокетонов исследован при разных рН раствора [37] и установлены стадии, определяющие скорость процесса в целом. Для енаминов  $\text{RNHC}(\text{Me})=\text{CHCOMe}$  ( $\text{R}=\text{Alk}$ ) — это присоединение воды (при  $\text{pH} > 2$ ) и разложение карбиноламина (при  $\text{pH} < 2$ ). В случае  $\text{R}=\text{Ar}$  — гидратация является медленной стадией во всех исследованных средах. В ряде работ изучена кинетика гидролиза енаминокетонов (XI)—(XIV) [38, 39]. Показано, что скорость С-протонирования лимитирует скорость процесса гидролиза при рН 3—6 и скорость и направление процесса существенно зависят от величины цикла<sup>2</sup>.

Протонирование енаминов с образованием иммоний-катионов с последующим их гидролизом дало возможность разработать ряд интерес-

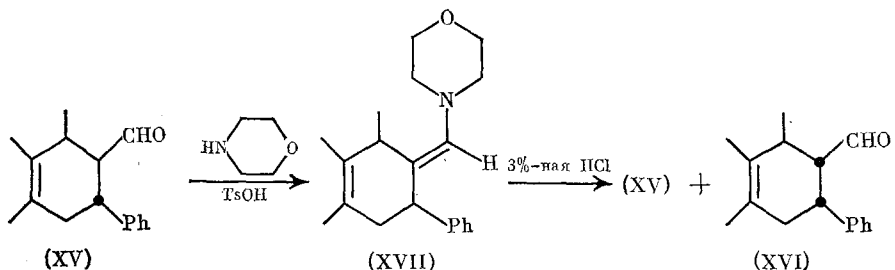
<sup>1</sup> Авторы [33] указывают, что это первый случай С-протонирования енаминокетонов. Фактически это не так — впервые С-протонирование енаминокетонов было обнаружено значительно раньше [34].

<sup>2</sup> Зависимость различных свойств, в том числе протонирования и гидролиза, енаминов от величины цикла обсуждена в обзоре [40].

ных синтетических методов. Так, енамины явились промежуточной стадией в новом синтезе гомологичных альдегидов из кетонов [41]:

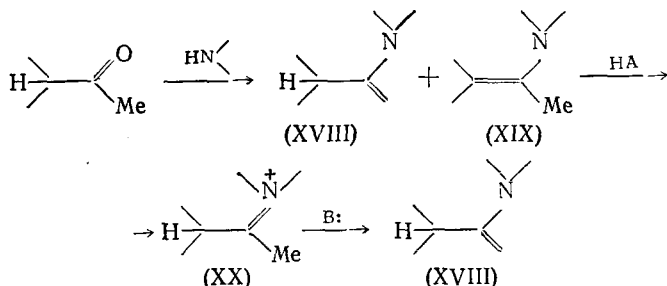


Из *транс*-соединения (XV) требовалось получить *цис*-изомер (XVI) [42]. Обычные способы изомеризации к успеху не привели, однако обработка промежуточного енамина (XVII) соляной кислотой приводит к смеси изомеров, содержащей 52—56% *цис*-соединения (XVI).

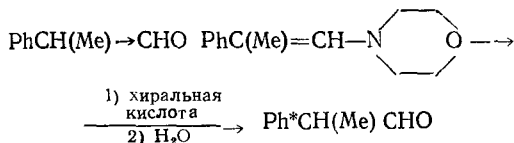


Из этой смеси целевой изомер (XVI) удалось выделить кристаллизацией [42].

Превращение енаминов в соли иммония было использовано для селективного получения енаминов с концевой двойной связью [43]. Авторы работы [43] показали, что, хотя при обработке кетонов аминами образуется смесь енаминов (XVIII) и (XIX), превращение этой смеси в соль (XX) с последующей обработкой *трет*-бутиламином или вторичными аминами селективно приводит к енамину (XVIII).



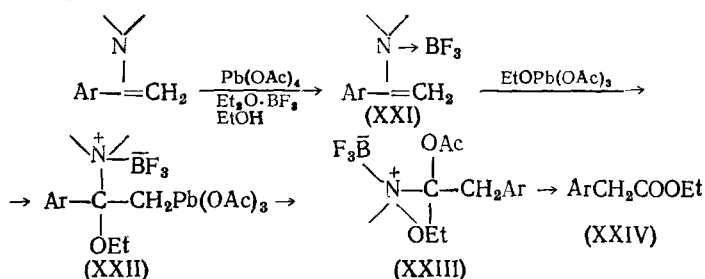
Промежуточный синтез иммониевых солей явился также основой для получения оптически активных карбонильных соединений [44—46]. Так, например, установлено, что при протонировании енаминов хиральными кислотами с последующим гидролизом наблюдается «дереацемизация» исходных карбонильных соединений, причем степень образования оптически активных альдегидов и кетонов зависит от конфигурации енамина и структуры оптически активной кислоты [45]:



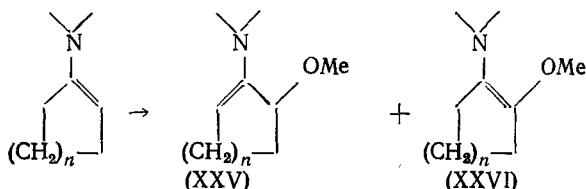
### III. ОКИСЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕНАМИНОВ

Количество работ, посвященных окислению различного типа енаминов относительно невелико. Установлено, что при окислении енаминов тетраацетатом свинца в присутствии эфира трехфтористого бора [47] протекает перегруппировка, включающая образование аддуктов с  $BF_3$ , (XXI)—(XXIII), в результате которой возникают эфиры арилуксусных

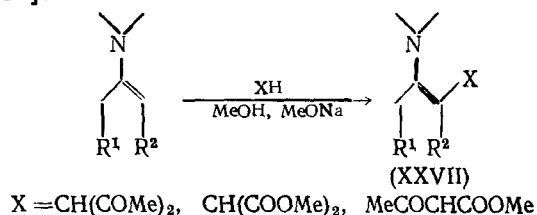
кислот (XXIV).



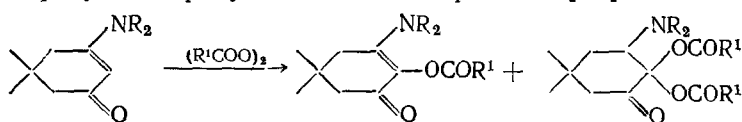
Анодное окисление аминамов в метаноле приводит к метоксиенаминам (XXV), (XXVI) [48].



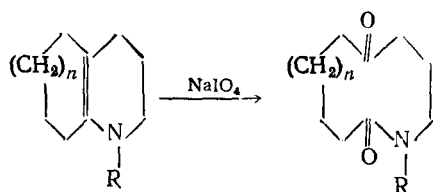
А в присутствии органических анионов получены замещенные енамины типа (XXVII) [49]:



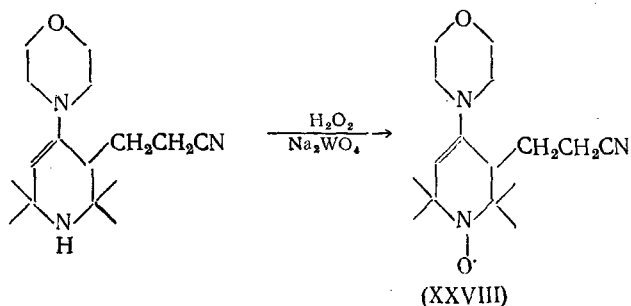
При взаимодействии алициклических енаминокетонов с диацетилперекисью образуются продукты ацилоксилирования [50].



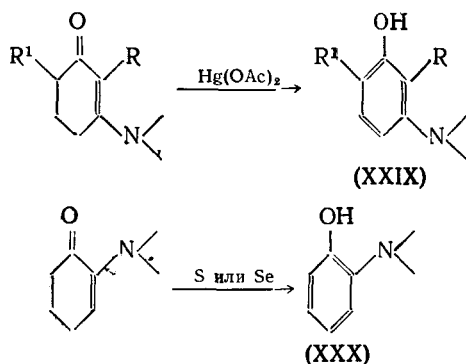
Окисление бициклических енаминов является одним из путей синтеза макроциклических соединений [51]:



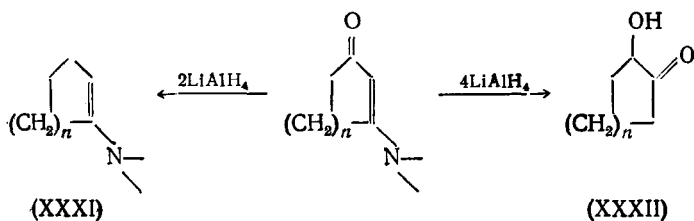
При окислении некоторых гетероциклических енаминов удалось получить нитрокислые радикалы (XXVIII) [52]:



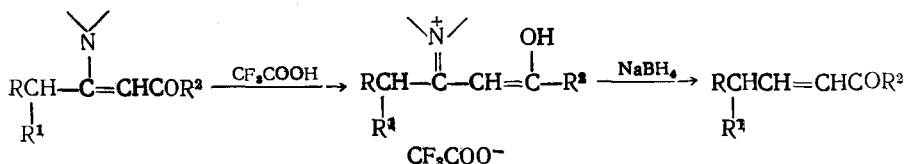
Енаминокетоны могут служить исходными соединениями в синтезе производных *м*-аминофенола (XXIX) или *о*-аминофенола (XXX) — для этих целей используют либо реакцию окисления енаминокетонов [53], либо их дегидрирование с помощью серы или селена [54].



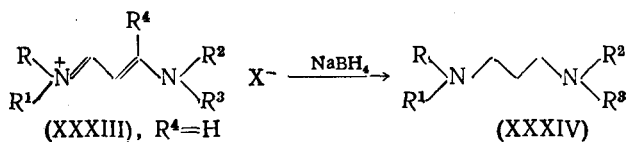
В этой же работе [54] изучено восстановление енаминокетонов алюмогидридом лития и установлено, что в зависимости от избытка восстанавливающего агента образуются енамины или ацилоины ((XXXI), (XXXII), соответственно).



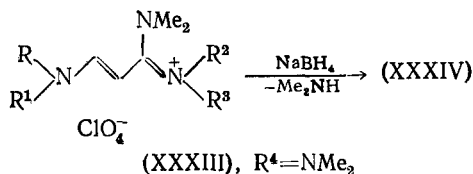
Удачный способ восстановления енаминокетонов до соответствующих ненасыщенных кетонов применен в работе [55].



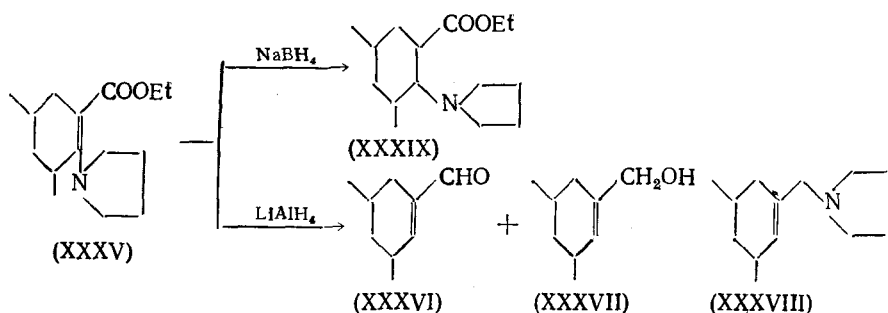
Описано также восстановление енаминокетонов дибораном до производных алкилвинилкетона [56] и полярографическое восстановление енаминокетонов до соответствующих аминспиртов [57]. Так же как и енаминокетоны, енаминоимины могут быть восстановлены  $\text{NaBH}_4$  в виде енаминоиммониевых солей (XXXIII),  $\text{R}^4 = \text{H}$ , причем в этом случае образуются диаминопропаны (XXXIV) [58].



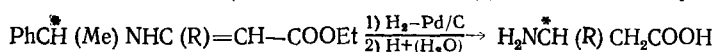
Интересно, что в случае солей енаминоамидинов (XXXIII)  $\text{R}^4 = \text{NMe}_2$  реакция сопровождается отщеплением диметиламина [58].



При восстановлении енаминоэфиров (XXXV) алюмогидридом лития образуется смесь производных ненасыщенных альдегидов (XXXVI), оксиметил- (XXXVII) и аминометилалкенов (XXXVIII) [59]. Реакция (XXXV) с боргидридом натрия протекает более однозначно и образуются аминоэфиры (XXXIX) [59].



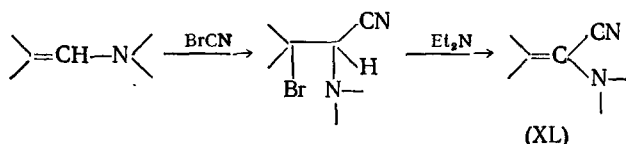
Хорошим реагентом для восстановления енаминов является ортофосфористая кислота; в этом случае насыщенные амины образуются с высокими выходами [60]. И, наконец, отметим исследование [61], в котором осуществлен асимметрический синтез  $\beta$ -аминокислот восстановлением хиральных енаминов, каталитически над Pd или  $\text{NaBH}_3\text{CN}$ .



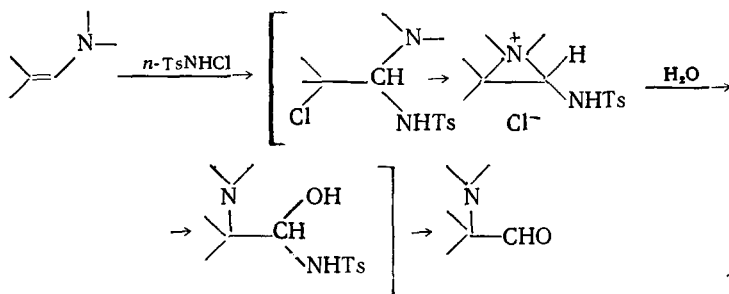
При этом в первом случае (каталитическое восстановление) процесс протекает с сохранением, а во втором — с обращением конфигурации [61].

#### IV. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПО ЕНАМИНОВОЙ ДВОЙНОЙ СВЯЗИ, ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ, ПЕРЕГРУППИРОВКИ

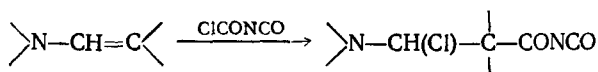
Присоединение бромциана к двойной связи енаминов с последующим отщеплением бромистого водорода явилось удобным методом синтеза  $\alpha$ -цианоениминов (XL) [62].



Реакция енаминов с хлорамин-Т также сопровождается первоначальным присоединением реагента по C—C-связи и приводит, в конечном итоге к  $\alpha$ -аминоальдегидам [63]:

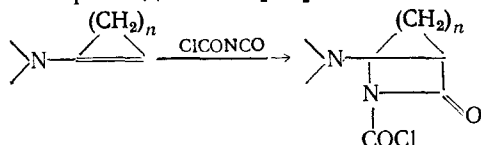


При взаимодействии хлорформилизоцианата с ациклическими енаминами наблюдается присоединение по двойной связи [64]:

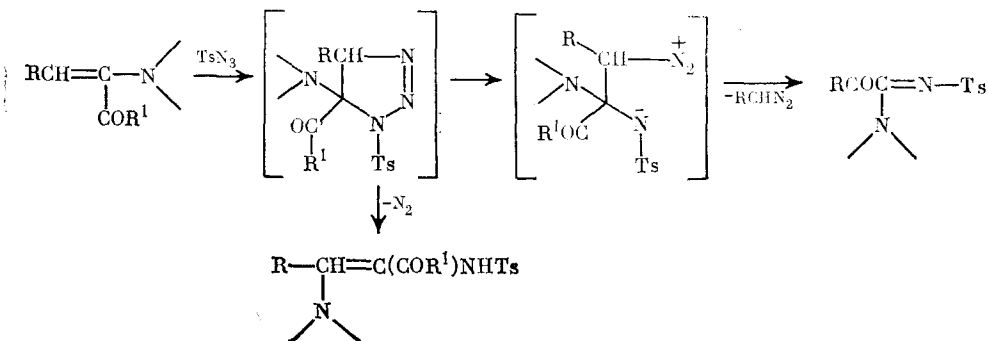




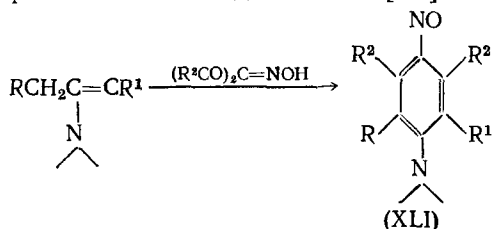
В то же время при обработке этим реагентом циклических енаминов реализуется 1,2-циклоприсоединение [64]:



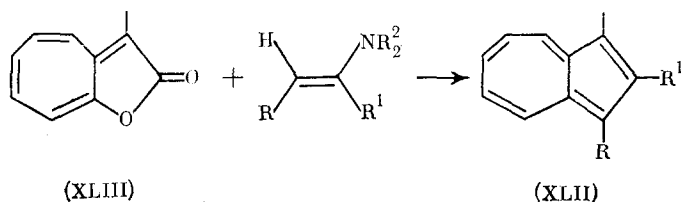
Реакции циклоприсоединения имеют место и при взаимодействии енаминов с арилазидами и арилсульфонилазидами [65—67]. Например енамины, имеющие в  $\alpha$ -положении кетогруппу реагируют с сульфонилазидами по двум направлениям [67]:



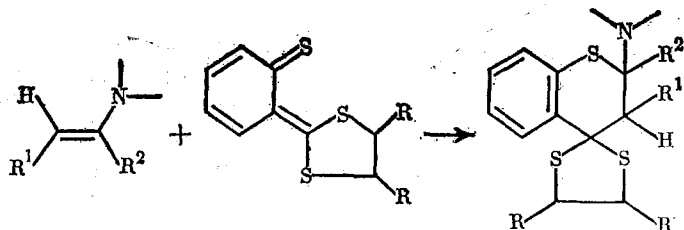
Взаимодействие енаминов с диазоуксусным эфиром, также протекающее по типу циклоприсоединения, приводит к пиразолинам [68]. По такому же механизму реагируют с енаминами  $\alpha, \alpha'$ -дибромкетоны (с образованием циклопентенонов) [69], ненасыщенные кетоны (с образованием производных пирана) [70], ацетилендикарбоновый эфир (с образованием конденсированных циклобутенов) [71]. Недавно опубликован новый способ получения нитрозоанилинов (XLI) реакцией енаминов с изонитрозо- $\beta$ -дикарбонильными соединениями [72]:



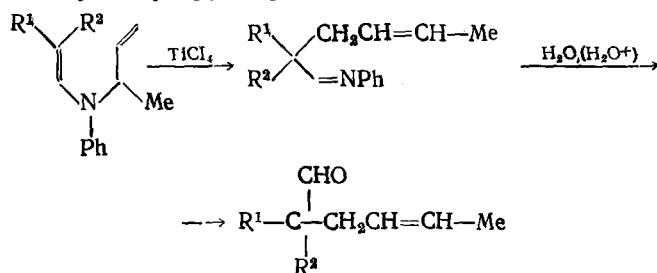
Ряд работ посвящен синтезу азуленов (XLII) из бициклических лактонов (XLIII) и енаминов [73—75]:



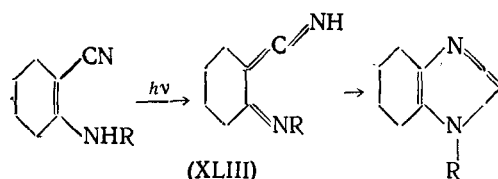
При реакции енаминов с *o*-тиохинонметидом [76] образуются [1:1]-аддукты



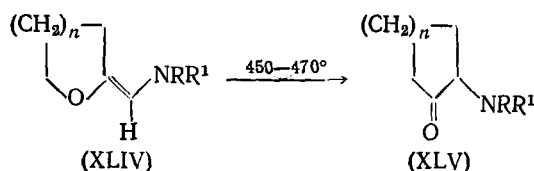
В этой же работе [76] описаны реакции енаминов с тиацетилкетентиацетальми. В ряде случаев реакции енаминов сопровождаются перегруппировками. Выше (стр. 655) уже упоминалось, что при окислении енаминов в присутствии эфира трехфтористого бора наблюдается превращение типа перегруппировки Фаворского [47]. В присутствии четыреххлористого титана енамины, имеющие при атоме азота заместитель с концевой углерод — углеродной двойной связью, претерпевают аза-клайзеновскую перегруппировку [77].



В результате фотохимической перегруппировки енаминонитрилов образуются производные имидазола [78], причем промежуточным продуктом в этом процессе является иминокетимин (XLIII) [79]:

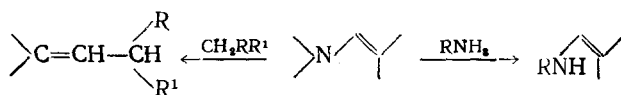


Недавно установлено, что енамины типа (XLIV) при высокой температуре превращаются с высоким выходом в аминокетоны (XLV) [80]:



## V. РЕАКЦИИ ЕНАМИНОВ С НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ И ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

К числу наиболее часто используемых реакций енаминов с нуклеофильными реагентами относятся их реакции с различными аминами — переаминирование [81—87] и взаимодействие с соединениями, имеющими активное метиленовое звено [88]:

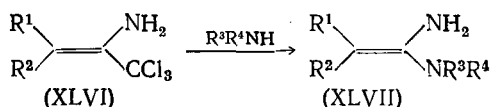


В работах [82, 87] изучена кинетика реакций переаминирования различных енаминов. При исследовании взаимодействия енаминокетонов —  $\text{MeCOCH}=\text{C}(\text{Me})\text{NHR}$  с фенилгидразином авторами работы [82] установлено, что скорость процесса зависит от характера заместителя (электронодонорные группы ускоряют реакцию) и конфигурации исходного енаминокетона (*E*-производные реагируют, медленнее, чем *Z*-производные). Стадией, лимитирующей скорость реакции, является *C*-протонирование [82].

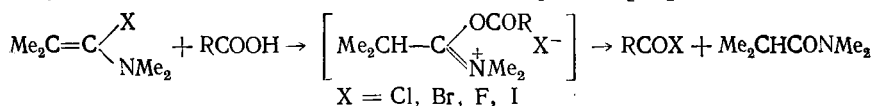
В работе [87] показано, что скорость переаминирования зависит от степени делокализации отрицательного заряда  $\beta$ -заместителями енаминов и возможности стабилизации переходного состояния путем образо-

вания внутримолекулярной водородной связи. При этом установлено, что скорость процесса зависит от растворителя — скорость переаминирования в этиленгликоле в 40 раз выше, чем в диметилформамиде.

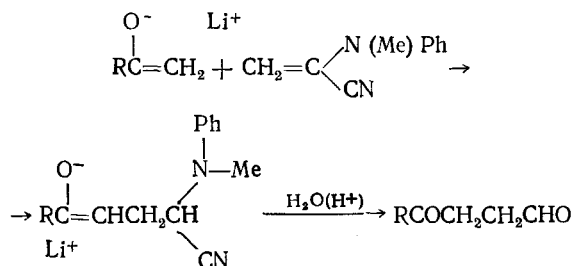
В тех случаях, когда у  $\beta$ -углеродного атома енамина имеется легко уходящая группа (например галоген), реакции с нуклеофильными реагентами сопровождаются замещением этой группы [89–91]. Интересно, что  $\alpha$ -трихлорметиленамины (XLVI) реагируют с аминами с образованием ендиаминов (XLVII), т. е. имеет место реакция типа реакции галоформного расщепления [90]:



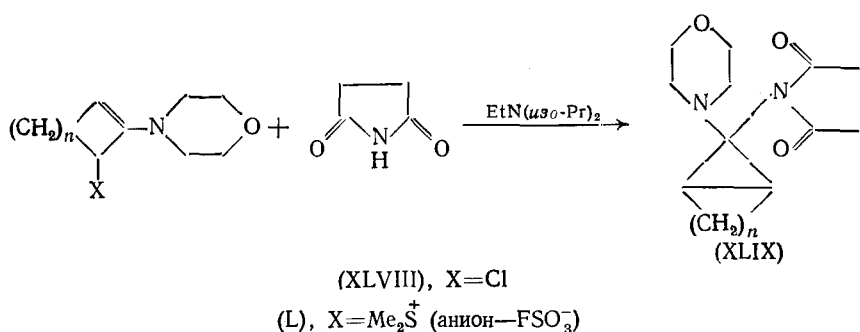
Реакция  $\alpha$ -галогененаминов с карбоновыми кислотами представляет собой удобный способ синтеза галогенангидридов [91]:



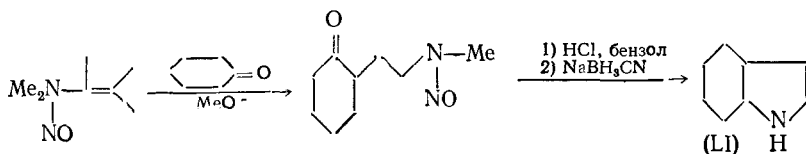
Взаимодействие снаминов с енолят-анионами явилось основой для нового синтеза 1,4-дикарбонильных соединений [92]:



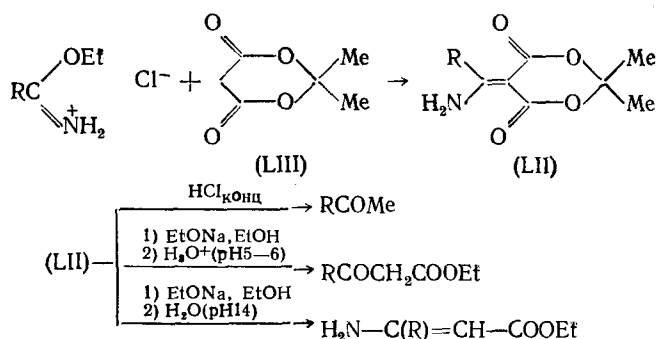
Анион сукцинимиды реагирует с хлоренаминами (XLVIII) с образованием бициклов (XLIX), имеющих *транс*-конфигурацию. Соответствующие *цис*-бициклы образуются при взаимодействии сукцинимиды с енаминосульфониевыми солями (L) [93]:



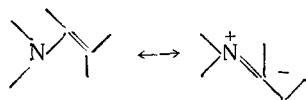
В реакции с нуклеофильными реагентами способны вступать также и N-нитрозоенамины [94]. В результате таких реакций могут быть получены, например, пергидроиндолы (LI).



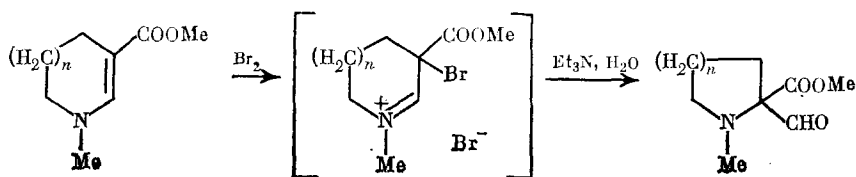
Енамины (LII), синтезированные взаимодействием имино- или лактимных эфиров с кислотой Мельдрума (LIII) оказались удобными промежуточными соединениями для получения  $\beta$ -монозамещенных енаминов,  $\beta$ -дикарбонильных соединений, замещенных кетонов [95—97]:



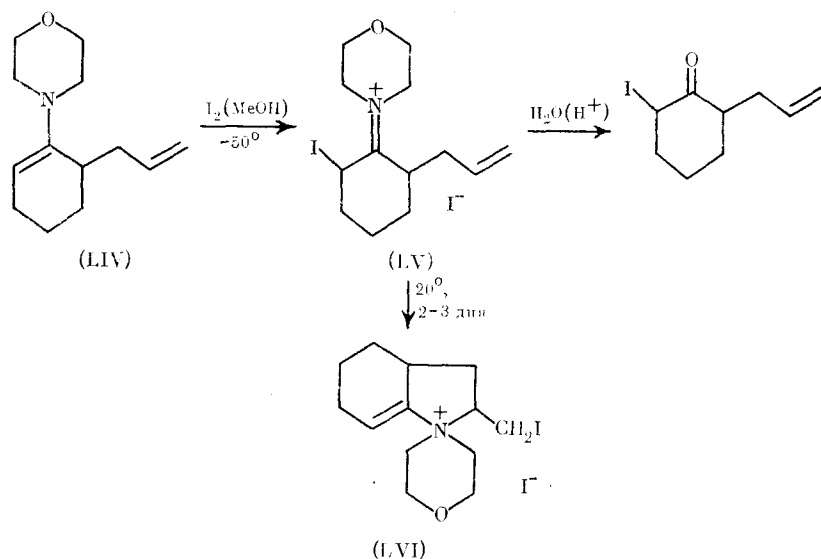
Взаимодействие енаминов с электрофильными реагентами может протекать по двум центрам (для енаминокетонов прибавляется еще один центр — атом кислорода): атому азота и  $\beta$ -углеродному атому.



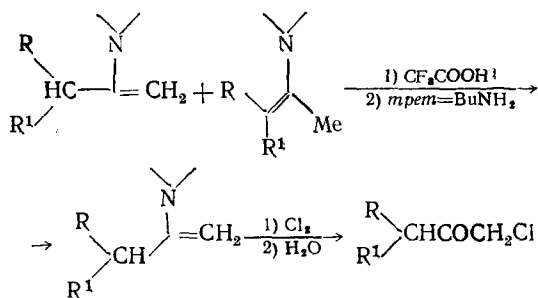
Галоидирование енаминов изучено весьма подробно и обычно протекает по  $\beta$ -углеродному атому. Так,  $\beta$ -бromирование является промежуточной ступенью в синтезе азациклических альдегидов [98]:



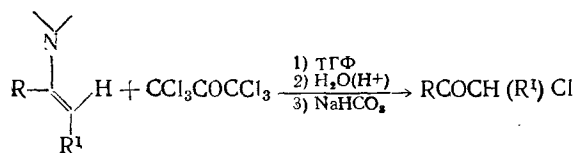
При иодировании енамина (LIV) при низкой температуре удается выделить промежуточную соль иммония (LV), которая при обработке водой превращается в соответствующий иодкетон, а при выдержке при 20° циклизуется в производное индолинния (LVI) [99].



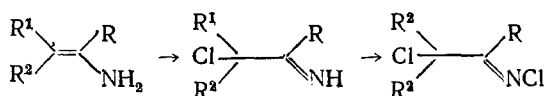
Новый простой синтез галоидметилкетонов [100] основан на обсуждавшемся уже явлении (стр. 655), согласно которому обработка иммониевых солей основаниями избирательно приводит к енаминам с терминальной двойной связью:



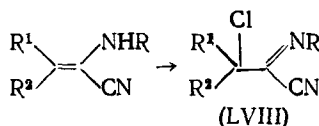
Недавно установлено, что [101] гексахлорацетон может выступать в качестве хлорирующего агента в реакции с енаминами при  $-78^\circ - 0^\circ$  в ТГФ:



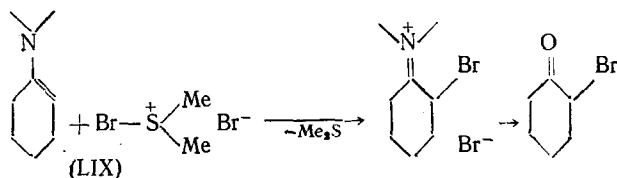
При хлорировании  $\beta$ ,  $\beta$ -дизамещенных первичных енаминов реакция сначала протекает по  $\beta$ -углеродному атому, а затем по атому азота с образованием N- $\beta$ -дихлорпроизводных (LVII) [102].



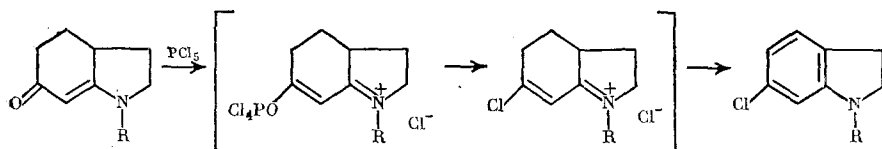
$\alpha$ -Хлорирование цианенаминов с помощью N-хлорсукцинимиды [103] приводит к  $\alpha$ -галогенимидоилцианидам (LVIII):



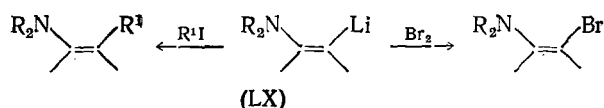
$\alpha$ -Бромкетоны синтезированы недавно при взаимодействии бромида бромдиметилсульфония (LIX) с енаминами, с последующим гидролизом промежуточных иммоний-бромидов [104]



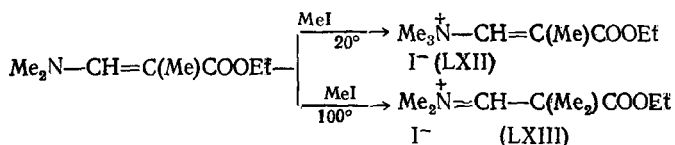
Реакции енаминкетонов с такими реагентами, как хлорокись фосфора или пятихлористый фосфор [105] протекают по тому же принципу, что и реакции амидов с этими соединениями — первоначально имеет место электрофильная атака по атому кислорода. В ряде случаев процесс сопровождается ароматизацией:



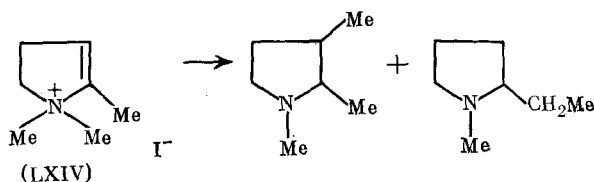
И, наконец, введение атома галогена в «енаминовое» β-положение может быть осуществлено также и через литий-енамины (LX). В работе [106] и других работах этих авторов [13, 107, 108] литий-енамины введены в реакции не только с галогенами, но и другими электрофильными реагентами, такими как галогеналкилы, альдегиды.



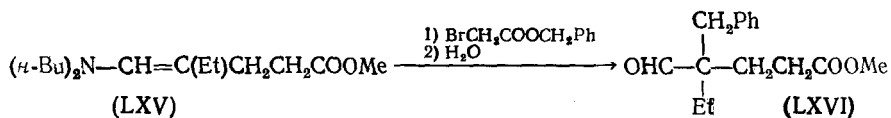
Весьма значительное место в химии енаминов занимают исследования, касающиеся реакций алкилирования этих соединений [107—124], причем большое внимание уделяется факторам, определяющим место атаки алкилирующего агента (N- или C-алкилирование). При исследовании реакции алкилирования α-метил-β (N, N-диметиламино) акрилового эфира (LXI) иодистым метилом установлено [109], что направление процесса зависит от температуры — при низкой температуре образуется енаммониевая соль (LXII), при высокой — иммониевая (LXIII).



В работе [112] рассматривается вопрос о том, является ли β-C-алкилирование енаминов независимым процессом или образующиеся сначала N-алкилпроизводные претерпевают перегруппировку в C-алкилпроизводные. Соль енаммония (LXIV) была нагрета до 240°, восстановленная муравьиной кислотой смесь проанализирована методом газожидкостной хроматографии. В результате было установлено, что при нагревании N-Me-группа мигрирует к енаминовым углеродным атомам.

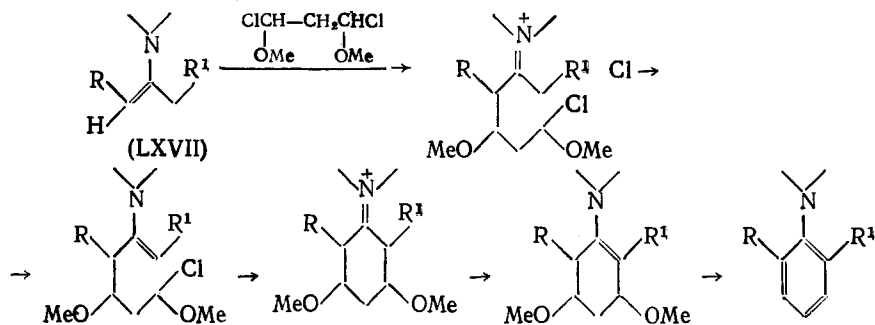


Авторами [112] показано также, что если нагревать смесь енаммониевых солей, то мигрирующие N-алкильные заместители распределяются между обоими образующимися енаминами, что указывает на межмолекулярный характер N→C-переноса алкильного заместителя. Обычное β-C-алкилирование описано в работе [113]. В этой работе установлено, что взаимодействие енамина (LXV) с бензиловым эфиром α-бромуксусной кислоты приводит не к ожидаемому карбалкоксиметильному производному, но (после гидролиза) к β-бензилальдегиду (LXVI):

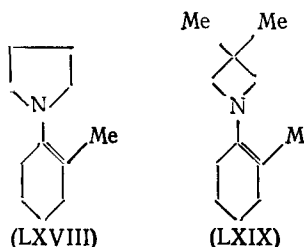


Алкилирование N-монозамещенных α-цианенаминов вне зависимости от природы алкилирующего агента протекает по N-атому, причем наилучшие результаты получаются при использовании фторбората триэтилоксония [114]. Этот же реагент успешно применен для O-алкилирования енаминоамидов [86]. Интересно протекает реакция енаминов (LXVII) с 1,3-дихлор-1,3-диметоксипропаном — в этом случае имеет место двойное C-алкилирование и в конечном итоге образуется произ-

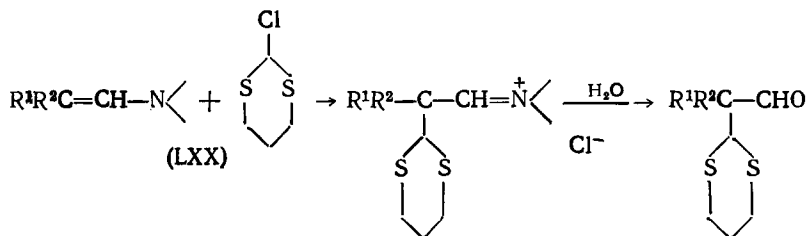
водное анализа [115].



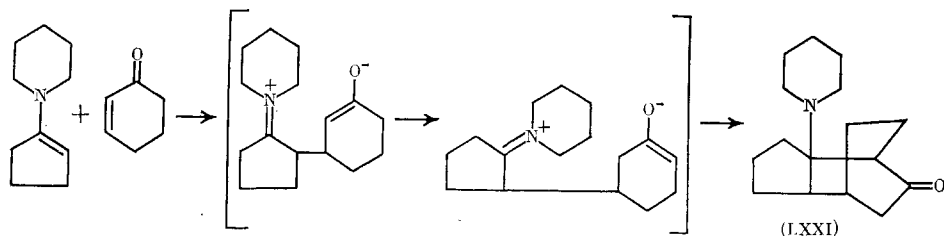
Сравнение пирролидиновых и азетидиновых енаминов (LXVIII) и (LXIX) в реакциях алкилирования MeI [116] показало, что последний в большей степени вступает в реакцию N-алкилирования



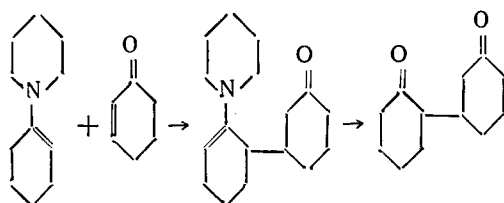
Алкилирование енаминов 2-хлор-1,3-дитианом (LXX) явилось основой нового метода синтеза малондальдегида с одной защищенной альдегидной группой [117].



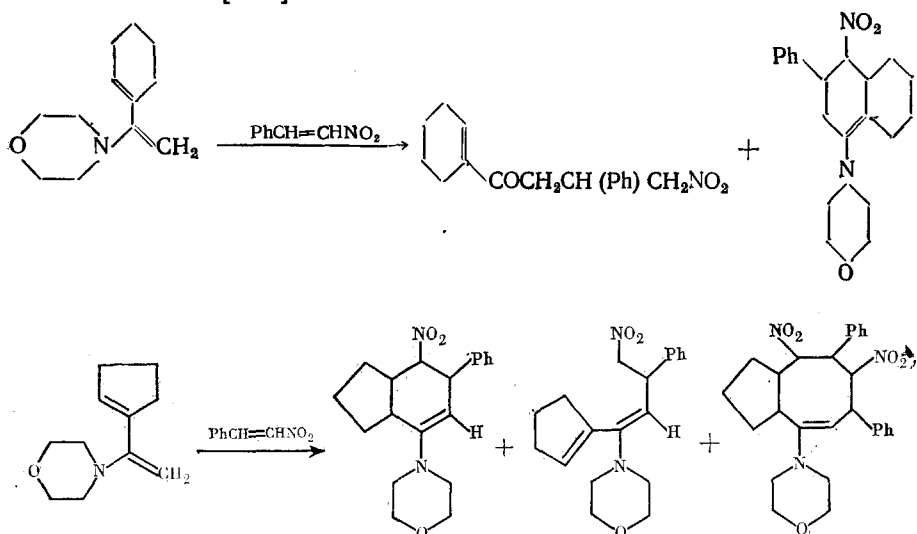
Соединения с активной двойной связью также легко алкилируют енамины [118–122]. Так, при реакции енамина циклопентанона с циклогексен-2-оном образуется соединение (LXXI) [120]:



Интересно, что для енамина циклогексанона реакция протекает иначе [120]:

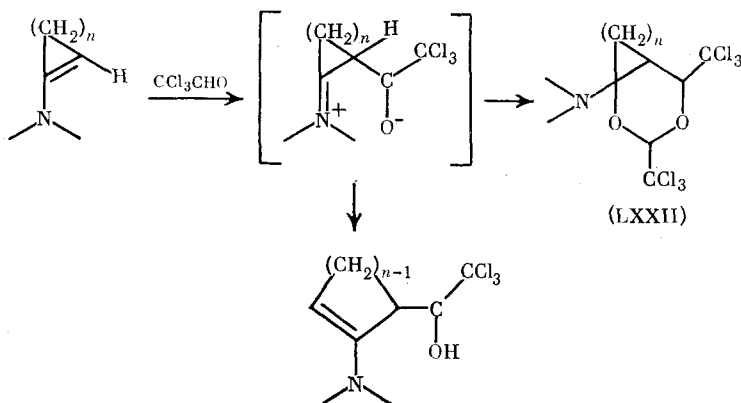


Влияние величины цикла на ход алкилирования следует также из рассмотрения реакций  $\beta$ -нитростирола с циклогексинил-[121] и циклопентиленаминами [122].

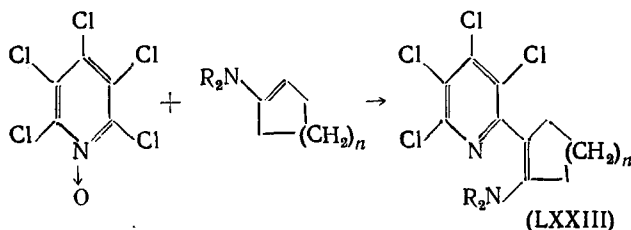


Следует отметить, что такие различия наблюдаются также и в реакциях ацилирования — при взаимодействии с метансульфохлоридом [121, 122].

Недавно показано, что циклические енамины легко вступают в реакцию Манниха по  $\beta$ -положению [123]. Весьма гладко протекает также реакция енаминов с хлоралем [124], причем когда во взаимодействие вступают две молекулы хлорала, образуются бициклические соединения типа (LXXII)

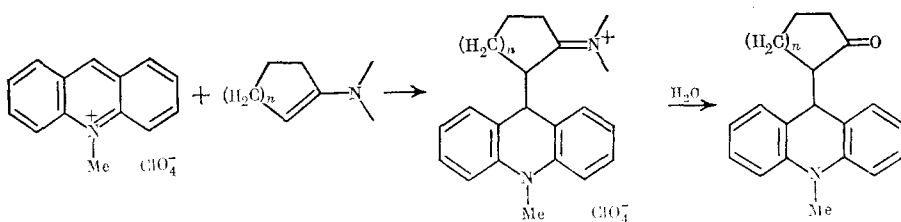


При наличии достаточно подвижного атома галогена в реакцию с енаминами могут вступать и галогензамещенные ароматические соединения. Так, полигалогенпиридины или их N-окиси реагируют с енаминами [125] с образованием  $\beta$ -пиридилпроизводных (LXXIII)

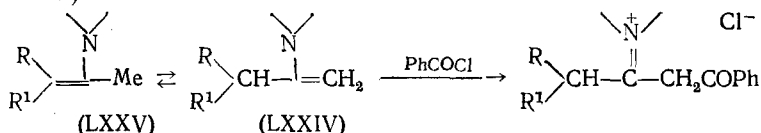




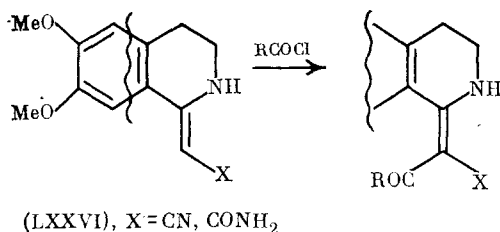
Другой путь  $\beta$ -арилирования енаминов продемонстрирован в работах [126, 127] — в реакцию введены гетероароматические системы с выраженной  $\pi$ -дефицитностью. Например:



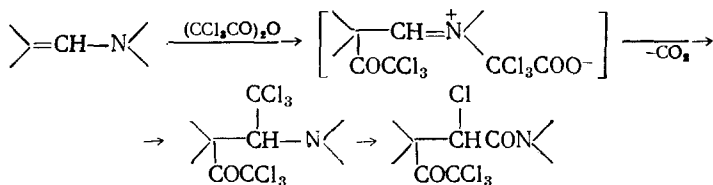
Так же как и алкилирование, реакция ацилирования енаминов может протекать по N- или/и по  $\beta$ -C-атомам. Установлено [128, 129], что если изомерную смесь третичных енаминов (LXXIV), (LXXV) подвергать ацилированию, то в реакцию вступает только менее замещенный изомер (LXXIV).



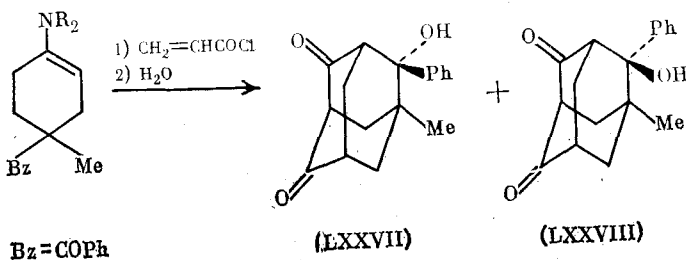
Вторичные енамины изохинолинового ряда (LXXVI) подвергаются C-ацилированию при взаимодействии с хлорангидридами кислот [130].



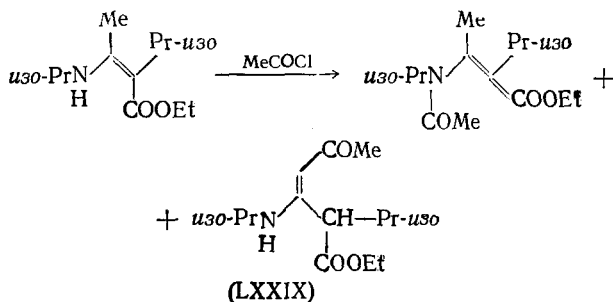
$\beta$ -C-Ацилирование енаминов с помощью трихлоруксусного ангидрида является удобным методом получения аминов, имеющих  $\alpha$ -трихлорметильную- и  $\beta$ -трихлорацетильную группы [131]. Дальнейший гидролиз полученных соединений также необычен и приводит к  $\alpha$ -хлорамидам [131]:



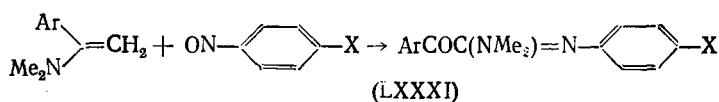
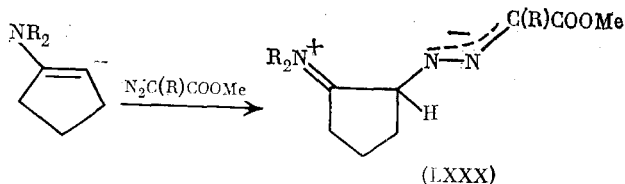
Новый интересный метод синтеза адамантандионов (LXXVII), (LXXVIII) основан на ацилировании енаминов хлорангидридами ненасыщенных кислот [132].



При ацилировании  $\beta$ -аминокротонового эфира галогенангидридами кислот образуются по два (*Z* и *E*) *N*- и *C*-ацилированных изомера [133]. Аналогично реакция аминокротонового эфира с трифторуксусным ангидридом также приводит к смеси *N*- и *C*-ациленаминов [134]. Однако, если в реакцию с  $(\text{CF}_3\text{CO})_2\text{O}$  вводят  $\alpha$ -алкил- $\beta$ -аминокротоновый эфир, процесс ацилирования протекает избирательно по аминогруппе [134]. Подобно этому, *N*-алкил- $\beta$ -аминокротоновый эфир ацилируется хлористым ацетилем только по углероду, а его  $\alpha$ -алкилпроизводные — только по азоту [135]. В одном случае, однако, авторам [136] удалось выделить и продукт *C*-ацилирования (LXXIX).



Следует также отметить, что  $\beta$ -амино- $\beta$ -метилметилвинилкетон и его *N*-арилпроизводное ацилируется исключительно по атому азота [137, 138]. И, в заключение этого раздела укажем на протекающую по  $\beta$ -углеродному атому енаминов реакцию с арилсульфонилоцианатами (образуются соответствующие *N*-арилсульфонилкарбамидопроизводные) [139], на взаимодействие некоторых енаминов с диазоуксусным эфиром [140], в результате которого выделены цвиттер-ионы типа (LXXX) и на необычную реакцию  $\alpha$ -ариленаминов с *n*-замещенными нитробензолами [141], протекающую с образованием амидинов (LXXXI).



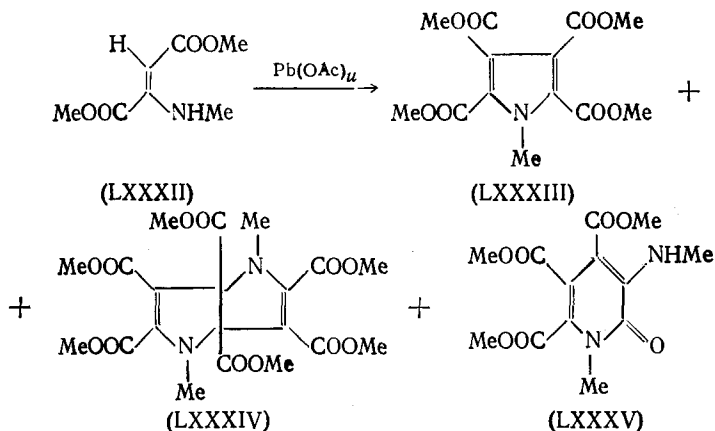
## VI. ЕНАМИНЫ В СИНТЕЗЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Наиболее перспективным направлением развития химии енаминов в настоящее время является использование этих соединений для синтеза разнообразных гетероциклов.

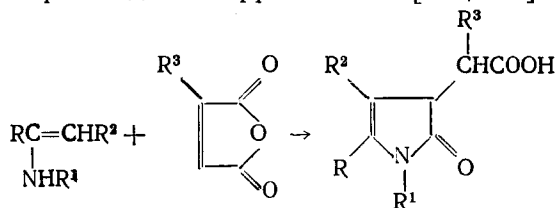
Проблеме такого синтеза уже сейчас посвящено наибольшее число публикаций, касающихся свойств и превращений енаминов и именно эта область исследования рассматриваемого класса соединений развивается наиболее интенсивно. Вследствие этого синтез гетероциклических соединений на основе енаминов целесообразно обобщить в одном разделе обзора, хотя многие реакции, которые будут рассмотрены ниже, естественно, можно было бы отнести к реакциям с нуклеофильными или электрофильными реагентами, реакциями окисления, восстановления и т. д. Как уже указывалось выше (стр. 651), в данной главе не будет рассматриваться ряд реакций гетероциклизаций енаминов, которые уже нашли отражение в недавно появившихся обзорах [2, 5, 6].

## 1. Синтез пятичленных гетероциклов

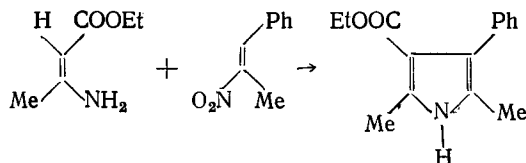
Пожалуй, наибольшее количество работ, касающихся синтеза пятичленных гетероциклов, посвящено получению различных производных пиррола. При окислении  $\beta$ -метиламино- $\beta$ -метоксикарбонилакрилового эфира (LXXXII) тетраацетатом свинца [142] образуется смесь 1-метил-2,3,4,5-тетраметоксикарбонилпиррола (LXXXIII), производных пирролопиррола (LXXXIV) и пиридона-2 (LXXXV)



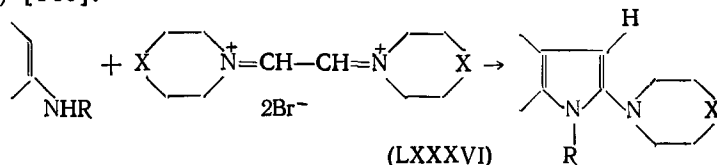
Конденсация вторичных енаминов с производными малеинового ангидрида приводит к производным пирролинона-2 [143, 144].



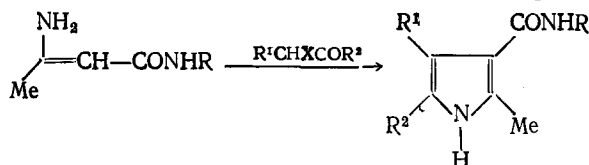
Недавно опубликована интересная реакция [145] первичных и вторичных енаминов с нитроалкенами, в результате которой образуются замещенные пирролы:



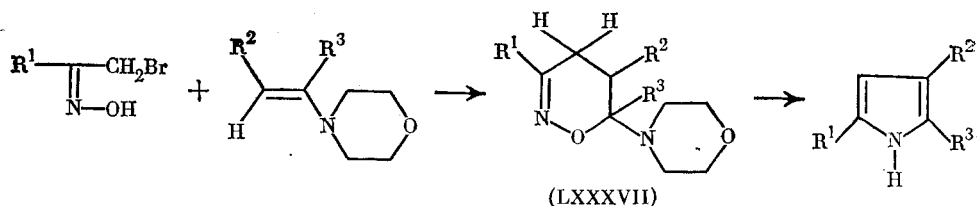
Если в эту реакцию вводят циклические енамины или енаминокетоны, то образуются производные индола [145]. Замещенные пирролы получены также взаимодействием енаминов с дииммоний-дибромидом (LXXXVI) [146]:



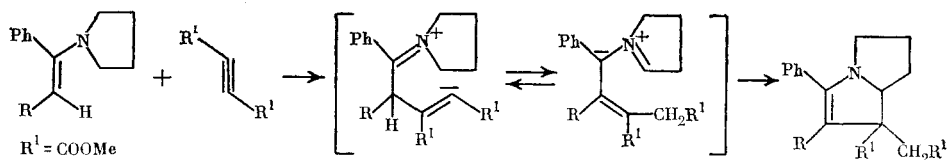
и енаминоамидов с карбонильными соединениями [147]:



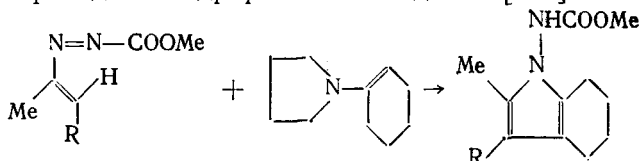
Реакция енаминов с  $\alpha$ -бромоксидами с последующим разложением промежуточного производного оксазина (LXXXVII) карбонилами железа также приводит к пирролам [148].



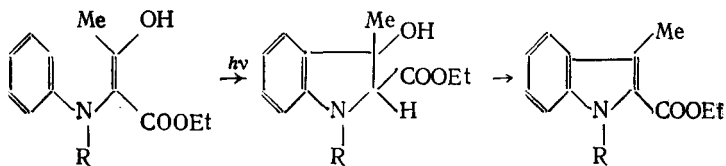
Ацетилендикарбоновый эфир атакует  $\beta$ -монозамещенные енамины по  $\beta$ -углеродному атому с последующей циклизацией в производные пирролидина [149].



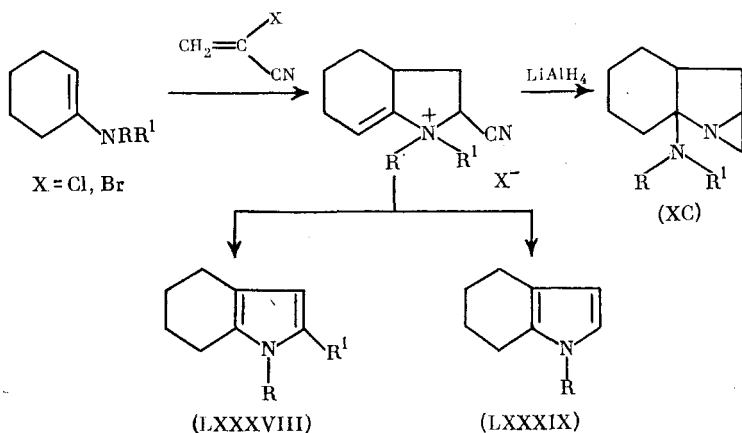
В ряде случаев использование енаминов обеспечивает простой и удобный подход к производным индола. Так, конденсация енаминов с аза-алкенами приводит к гидрированным индолам [150].



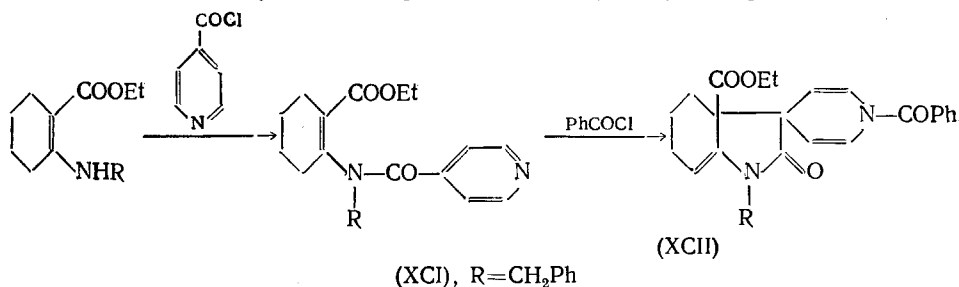
Индолы получены также фотохимической циклизацией N-ариленаминов [151].



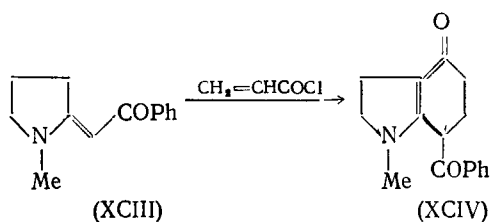
Взаимодействие енаминов с  $\alpha$ -галогенакрилонитрилами приводит к гидрированным производным 2-цианиндолина, которые при обработке третичным бутилатом калия претерпевают перегруппировку Стивенса и элиминирование по Гофману с образованием 4,5,6,7-тетрагидроиндолов (LXXXVIII) и (LXXXIX), а при восстановлении алюмогидридом лития превращаются в трициклические гидрированные индолы типа (XC) [152].



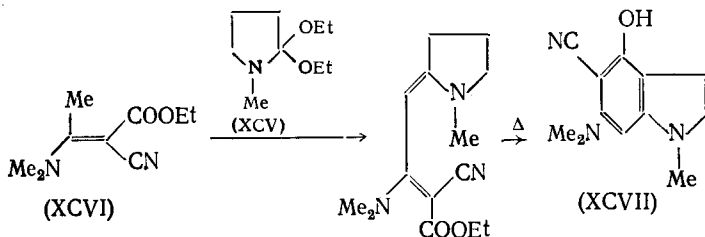
При реакции циклического енамина (XCI) с изоникотиноилхлоридом образуется N-ацильное производное, которое под действием хлористого бензоила циклизуется в спирособъединения (XCII) [153]:



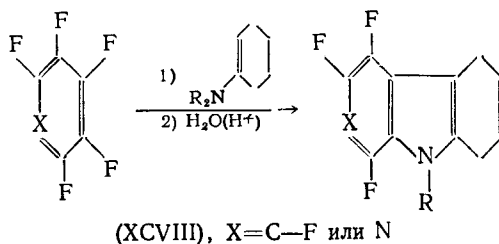
Другой путь получения производных индола основан на использовании циклических енаминов, включающих в свою структуру пирролидинилиден-2-овое кольцо [154, 155], функциональные группы боковой цепи которых обеспечивают возможность достройки бензольного цикла. Так, реакцией енаминокетона (XCIII) с акрилоилхлоридом синтезирован гексагидроиндолон-4 (XCIV) [154].



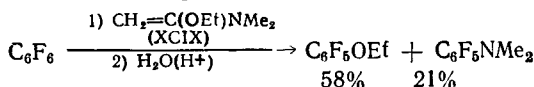
А взаимодействием ацеталя N-метилпирролидона (XCV) с енаминоэфиром (XCVI) с последующей термической циклизацией, получен индолин (XCVII) [155]:



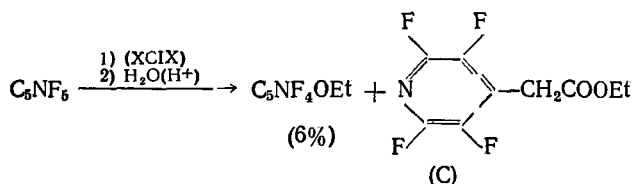
В этих же работах [154, 155] по аналогичным схемам синтезированы соответствующие производные бензола, хинолина и бензазенина. Ряд производных карбазола получен при реакции гексафторбензола с енаминами циклогексана [156, 157]. Аналогично реагирует также пентафторпиридин [157].



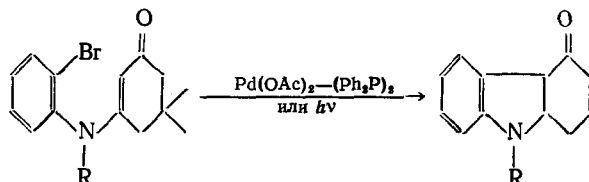
Интересно, что реакция (XCVIII), X=C—F, с кетен-О,N-ацеталами (XCIX) приводит только к продуктам О- и N-арилрования [157]:



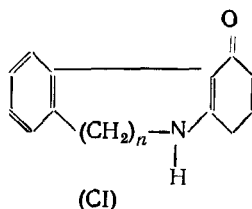
В то же время (XCVIII),  $X=N$  способен  $\beta$ -C-ариллировать (XCIX) с образованием пиридилуксусного эфира (C) [157].



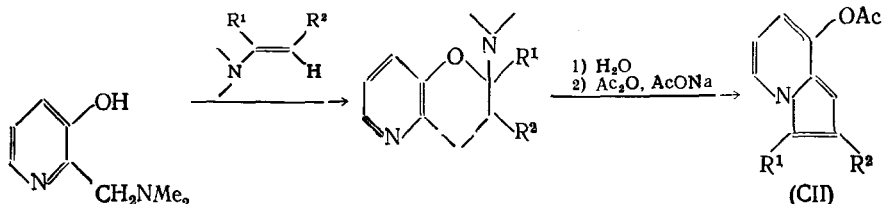
N-Ариленаминокетоны, имеющие в *o*-положении бензольного кольца атом брома, циклизуются в карбазолы в присутствии палладиевого катализатора [158] или при УФ-облучении [159]



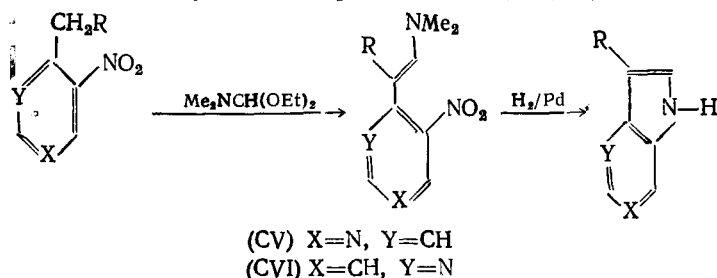
Аналогично при облучении соответствующих енаминокетонов [159] получены также производные фенантридина, бензазепина, бензазоцина (CI)



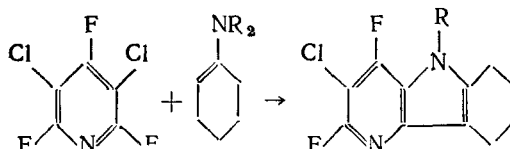
Интересный синтез пирроло[1,2-*a*]пиридина (CII) основан на реакции 2-диметиламинометил-3-оксипиридина с енаминами [160].



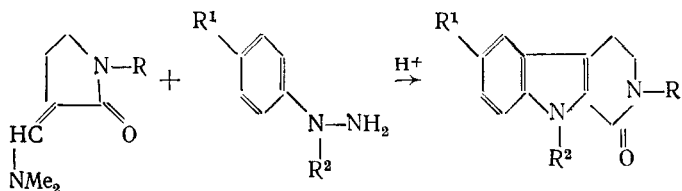
Пирроло[1,2-*c*]- и [2,1-*b*]пиридины (CIII), (CIV) синтезированы восстановлением соответствующих нитроенаминов (CV), (CVI) [161—163].



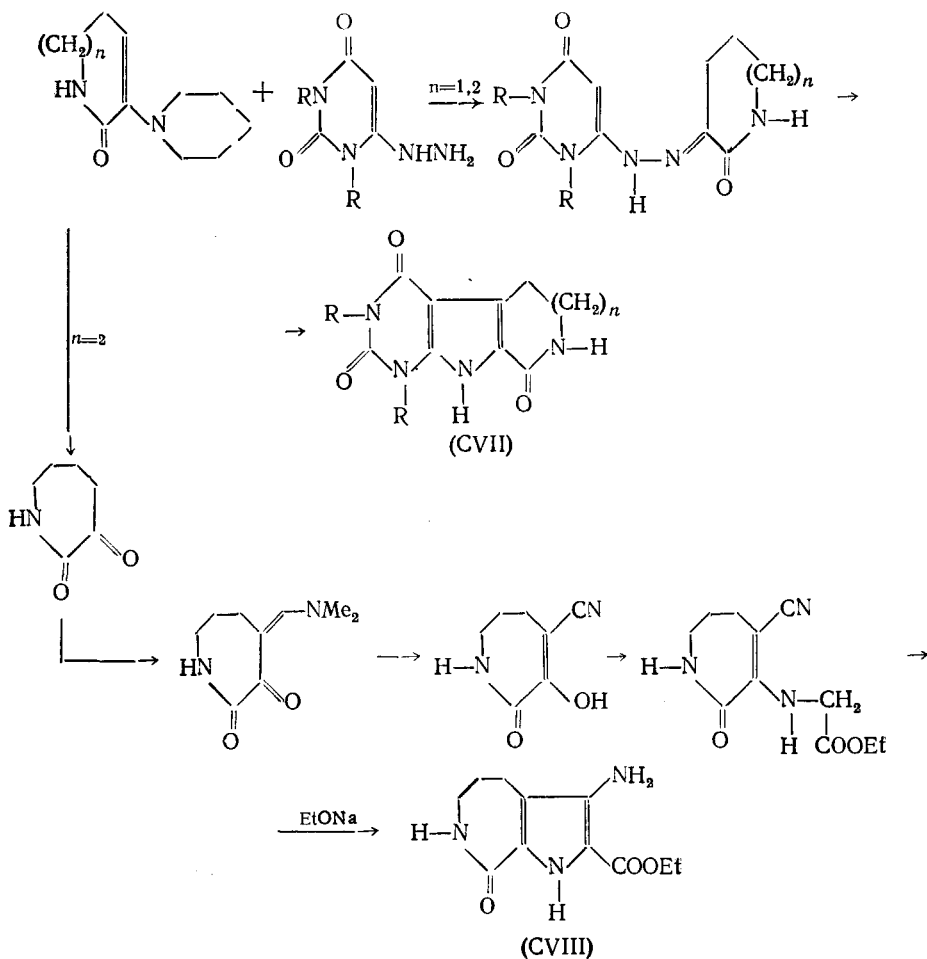
Арирование енаминов полигалогенпиридинами [125] приводит к карболинам:



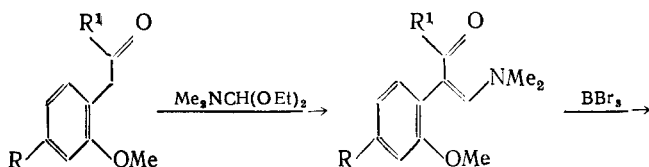
Другой путь к карболинам найден недавно [164] при изучении реакции енаминов 3-формилпирролидонов с арилгидразинами:

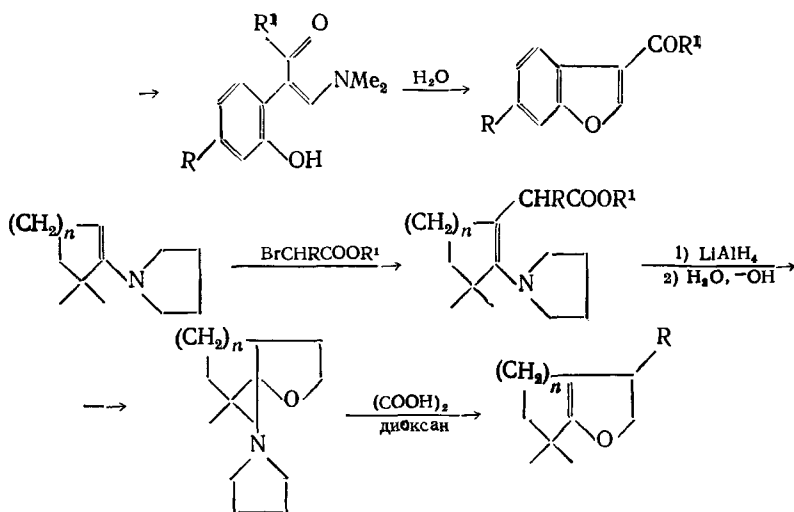


И, наконец, упомянем синтезы диазакарболинов (CVII) [165] и пирроло[2,3-с]азепинов (CVIII) [166], основанные на использовании енаминов  $\alpha$ -оксолактамов:

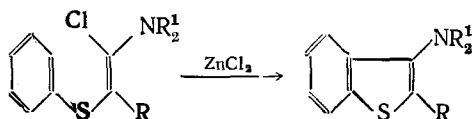


В последнее время в литературе появилось сравнительно мало исследований, посвященных синтезу производных фурана и тиюфена на основе енаминов. Фураны получены циклизацией с участием *o*-расположенных енаминовой и фенольной групп [167] и реакцией циклических енаминов с бромуксусным эфиром с последующим восстановлением полученного продукта  $\beta$ -С-замещения алюмогидридом лития [168].

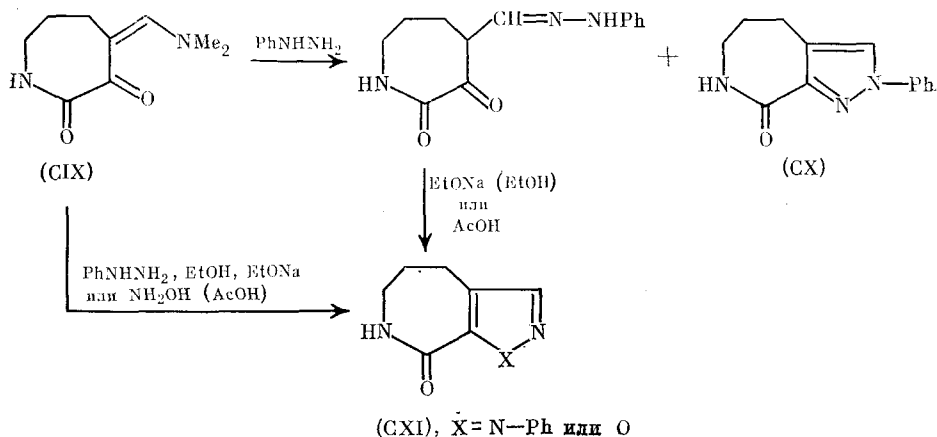




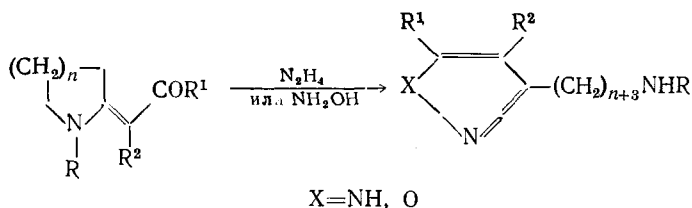
Синтез бензтиофенов основан на реакции Фриделя – Крафта [169]:



Ряд исследований посвящен синтезу азолов, в первую очередь пиразолов. Наиболее часто пиразолы получают взаимодействием енаминокетон с производными гидразина [84, 170–173]. Реакция енаминокетодактама (CIX) с фенилгидразином дает возможность получить изомерные пиразолы (CX) и (CXI),  $\text{X}=\text{NPh}$ , [84].

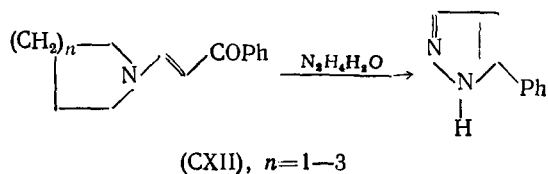


Соединение (CIX) при обработке гидросиламином легко превращается в производное изоксазола[5,4-с]азепина (CXI),  $\text{X}=\text{O}$  [84]. Интересен синтез производных пиразола (и изоксазола) реакцией циклических енаминокетон с гидразин-гидратом или гидросиламином [173].

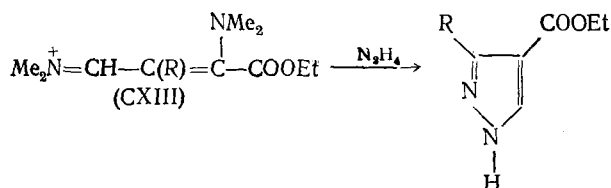




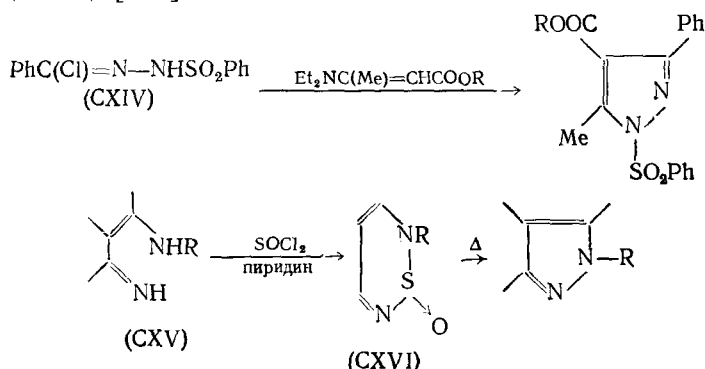
Укажем также на то, что в реакции енаминокетонов (CXII) с гидразин-гидратом весьма эффективным оказался кислотный катализ [171].



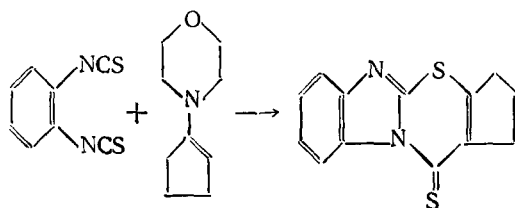
Кроме того, установлено, что скорость этой реакции зависит от величины цикла и является наибольшей для шестичленного (CXII)  $n=2$ , и наименьшей для семичленного (CXII),  $n=3$ , енаминов [171]. К указанным выше синтезам близко примыкает взаимодействие гидразина с енаминоимминиевой солью (CXIII) [174]:



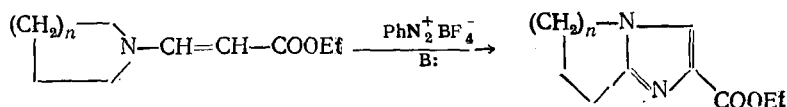
Пиразолы получены также конденсацией енаминов с диазосоединениями [175], N-фенилсульфонилбензогидразоилхлоридом (CXIV) [176] и взаимодействием енаминоимinov (CXV) с тионилхлоридом с последующим термическим разложением промежуточной S-окиси 1,2,6-тиадиазина (CXVI) [177]:



Реакция циклических енаминов с o-фенилендиизотиоцианатом приводит к замыканию имидазольного и тиазинового циклов [178].

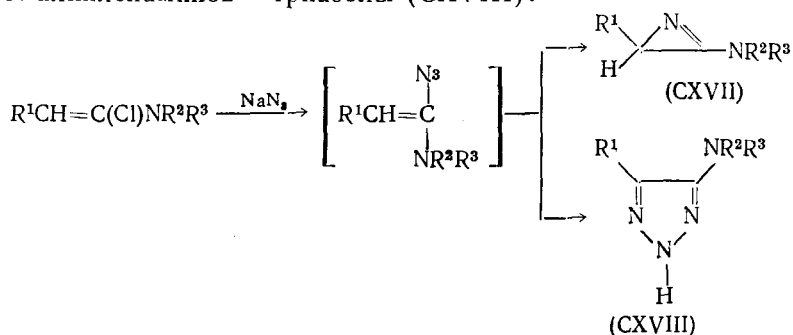


Имидазольные производные могут быть также получены из енаминоэфиров и солей арилдiazония в присутствии оснований [179]:

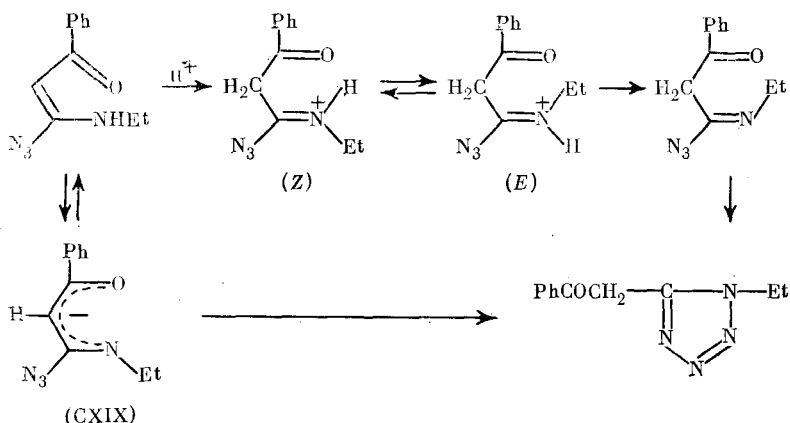


Взаимодействие  $\alpha$ -хлоренаминов с азидом натрия [180] приводит к различным продуктам в зависимости от заместителя при енаминоном азоте: из N-ариленаминов образуются азирины (CXVII), а из более основ-

ных N-алкиленаминов — триазолы (CXVIII):

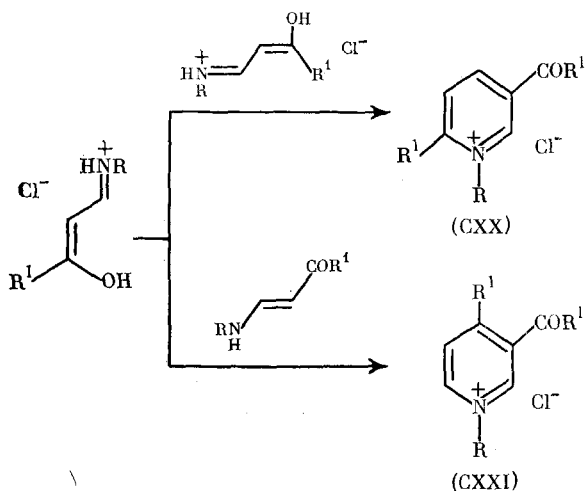


$\alpha$ -Азидоенамины, имеющие в  $\beta$ -положении бензильную группу (азидоенаминокетоны), легко циклируются в тетразолы [181], причем в щелочной среде стадией, лимитирующей скорость процесса, является образование аниона (CXIX), а в кислой — Z-E-изомеризация:

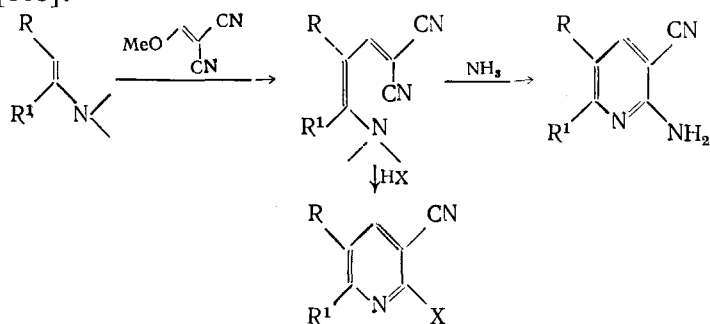


## 2. Синтез шестичленных гетероциклов

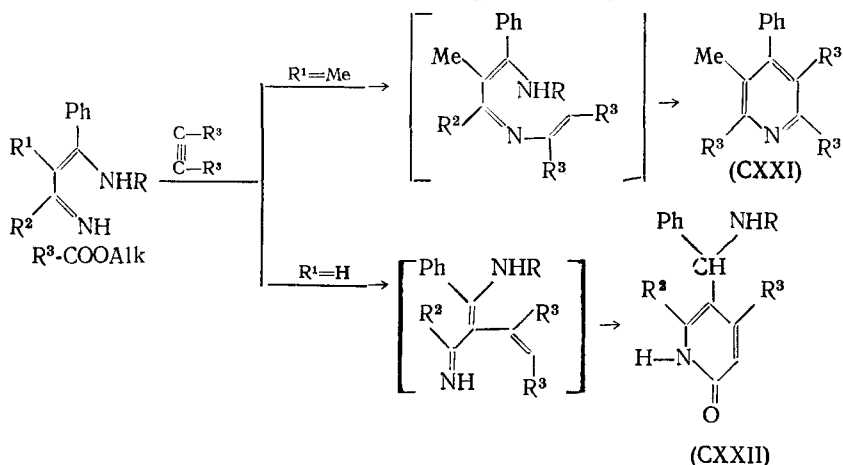
Большая часть исследований, касающаяся получения шестичленных гетероциклов на основе енаминов, посвящена синтезу различных пиридиновых систем, причем удалось синтезировать как моноциклические пиридины, так и пиридины, конденсированные с различными карбо- и гетероциклами. Замещенные пиридиновые соли весьма легко образуются при обработке енаминокетонов кислотами [182]. В этом случае, однако, возможна как конденсация двух молекул O-протонированных форм, так и взаимодействие O-протонированной формы с нейтральной молекулой. В соответствии с этим образуются изомерные пиридиновые соли (CXX) и (CXXI)



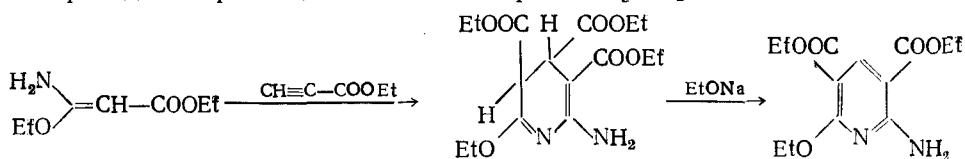
Взаимодействие снаминов с метоксиметиленмалоконитрилом с последующей обработкой аммиаком или кислотами приводит к 3-цианопиридинам [183].



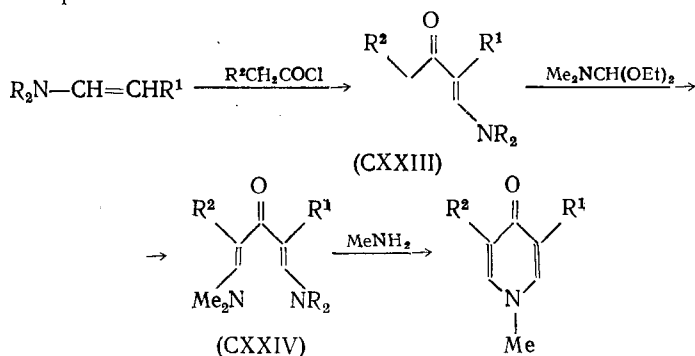
Ацетилендикарбонный эфир может реагировать с енаминоиминами [184] по двум направлениям — при алкилировании по енаминному азоту образуются производные эфиров никотиновой кислоты (CXXI), а по  $\beta$ -углеродному атому — производные пиридона-2 (CXXII).



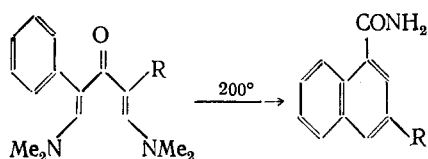
Взаимодействие эфира пропиоловой кислоты с  $\alpha$ -алкоксиенаминоэфирами приводит к производным 2-аминопиридина [185].



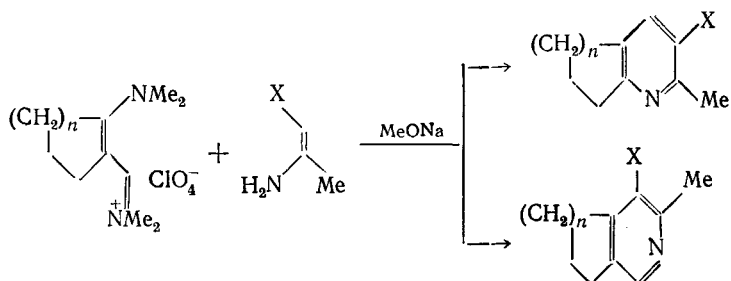
При реакции двух молекул β-аминокротонового эфира с формальдегидом образуется 2,6-диметил-3,5-дикарбэтокси-1,4-дигидропиридин [186]. Удобный синтез производных пиридона-4 [187, 188] разработан, исходя из способности енаминов подвергаться β-ацилированию и переаминироваться первичными аминами:



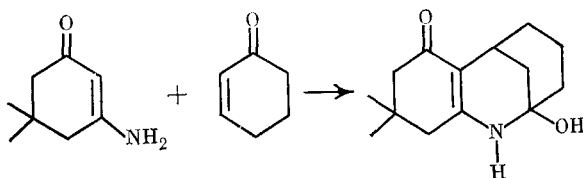
Интересно, что енамины типа (СХХІІІ) и (СХХІV) способны при нагревании превращаться в производные нафталина, дифенила или дифенилоксида [189], например:



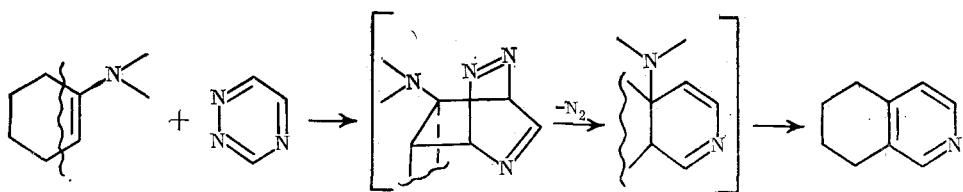
Синтез гидрированных производных хинолина был осуществлен различными путями — [4+2]циклоприсоединением енаминов к бензилиденанилинам [190], реакцией енаминов с акриламидом [191] и взаимодействием иминов в виде енаминных таутомеров с производными акриловой кислоты и пропиолактоном [192]. Реакция енаминов с енаминоимониевыми солями проходит по двум направлениям с образованием изомерных конденсированных пиридинов [193].



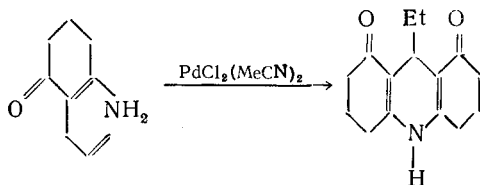
Первой стадией взаимодействия енамина димедона с циклогексеном является С-алкилирование енамина [194].



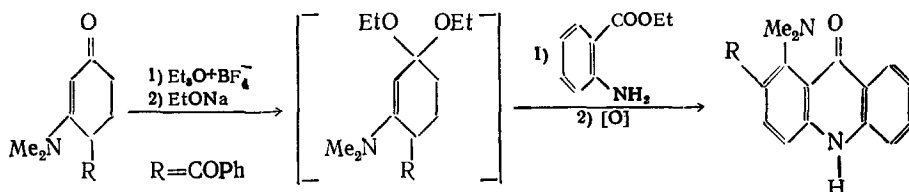
Также весьма интересна реакция Дильса — Альдера, в которой енамины выступают в качестве диенофилов [195].



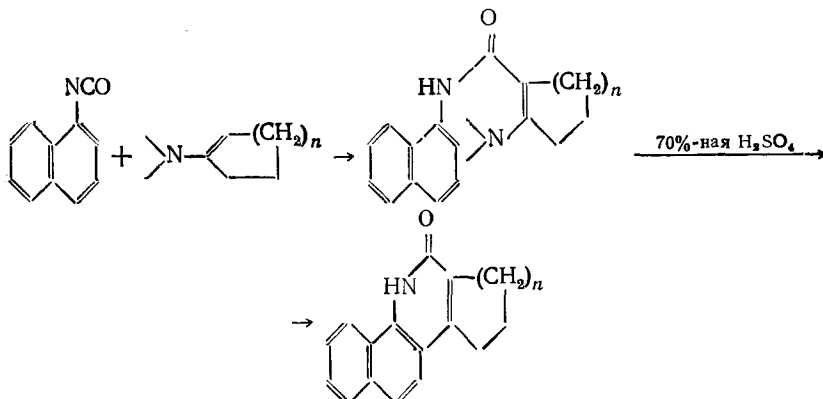
Новые синтезы акридинов разработаны в результате исследования реакции первичных енаминокетонов, имеющих в β-положении ненасыщенную группировку, с комплексом  $\text{PdCl}_2(\text{MeCN})_2$  [196]



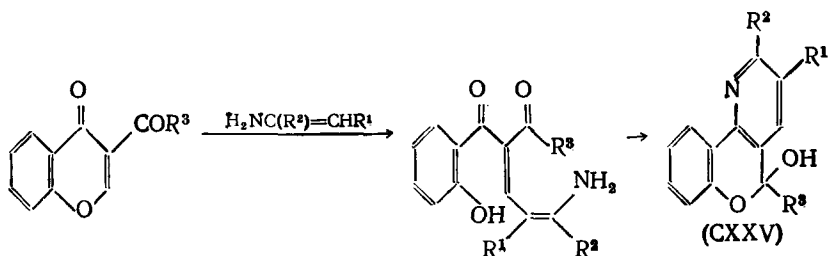
и третичных енаминокетонов с алкилирующим агентом и, затем, эфиром антралиновой кислоты по схеме [197]:



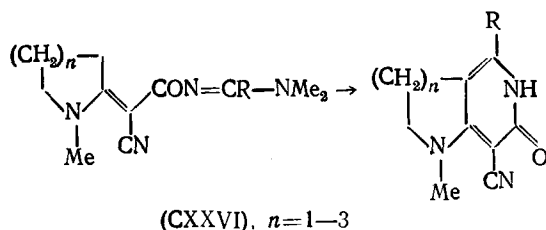
Сложные тетрациклические системы, содержащие пиридоновое кольцо, получены при реакции циклических енаминов с  $\alpha$ -нафтилизоцианатами [198, 199]:

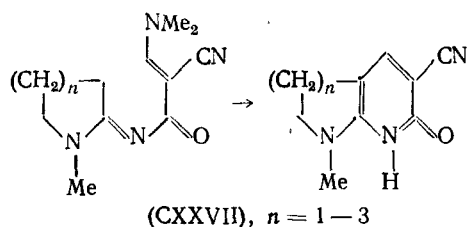


Енамины удалось использовать в ряде синтезов пиридинов, конденсированных с кислородсодержащими гетероциклами — бензопиранопиридинов (CXXV) [200], а также производных пирано[4,3-*c*]пиридинов [201], пирано[2,3-*b*]пиридина [202] и пиrido[4,3-*b*]бензофурана [203].

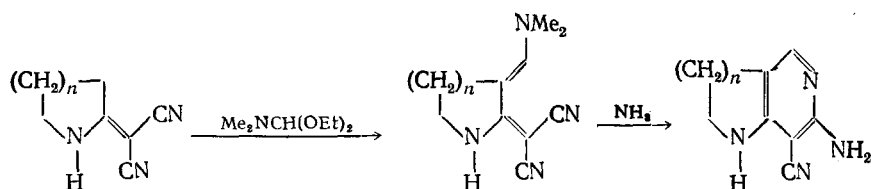


Ряд работ посвящен получению конденсированных пиридинов, исходя из енаминоамидов [204–208]. Синтез основан на получении и внутримолекулярной циклизации енаминоациламидинов типа (CXXVI),  $R=H$ , и (CXXVII) [204, 207]. Конденсированные пиридоны-2 удается также получить и при использовании енаминоацилгуанидинов (CXXVI),  $R=Me_2N$  [209].

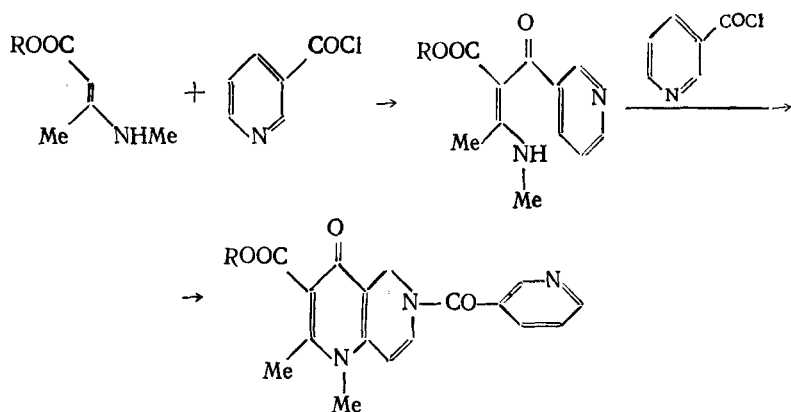




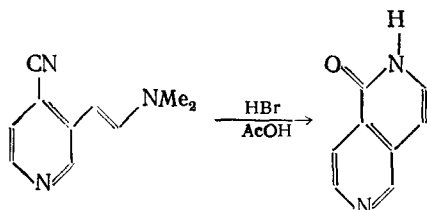
При изучении кинетики этих реакций показано, что циклизация (CXXVI) протекает значительно быстрее, чем (CXXVII) [205]. Недавно установлено, что енаминодинитрилы также являются удобными соединениями для синтеза конденсированных пиридинов [210].



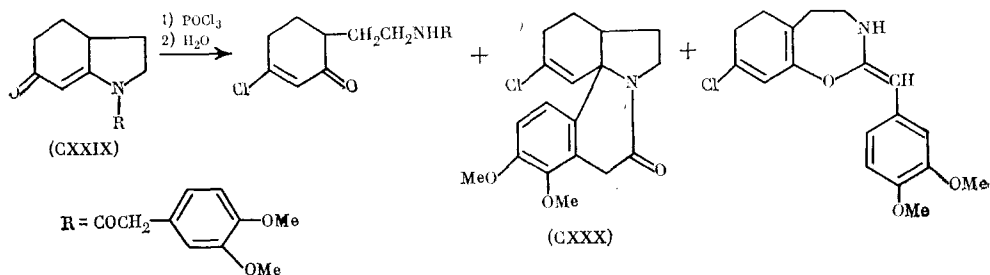
$\beta$ -С-Ацилирование вторичных енаминов никотиноилхлоридом с последующей циклизацией тем же реагентом приводит к 1,5-нафтиридинам [153].



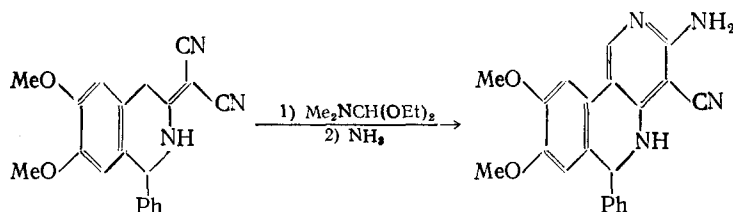
2,6-Нафтиридины получены циклизацией 3-( $\beta$ -диметиламинovinил)-4-цианопиридинов [211]:



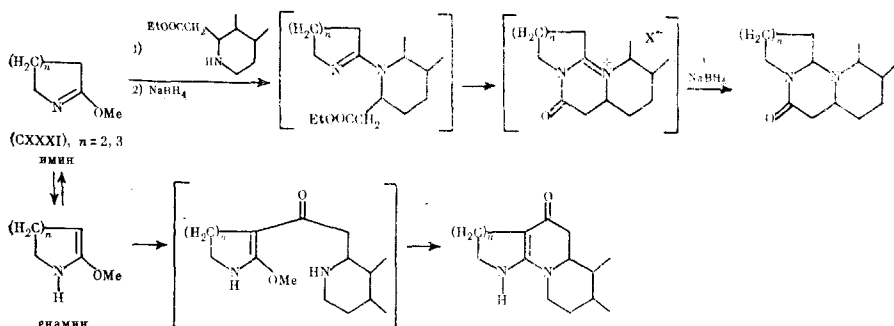
Выше (стр. 663) обсуждалась реакция некоторых енаминкетонов с хлоридом фосфора и пятихлористым фосфором [105]. При проведении этой реакции в ацетонитриле из енаминкетона (CXXIX) образуется несколько соединений, в том числе бензоксазепин и индолохинолон (CXXX) [105].



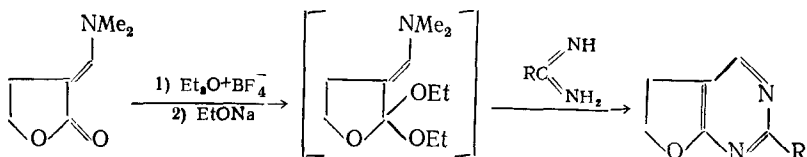
Реакцией енаминов с 3,4-дигидроизохинолинами получены пиридо[2,1-*a*]изохинолины [212], а производные изомерной системы — пиридо[4,3-*c*]изохинолина синтезированы из енаминов изохинолинового ряда [212] по схеме, аналогичной получению конденсированных 2-аминопиридинов.



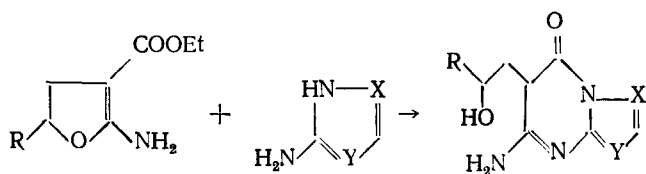
Весьма интересно использование в синтетических целях [26] открытого ранее [213] явления имин — енаминовой таутомерии в ряду лактимных эфиров. Авторы работы [26] показали, что О-метилвалеро- и О-метилкапролактимы (СXXXI) выступают в реакциях с производными 2-карбоэтоксиметилпиперидина и как имины, и как енамины, давая смесь конденсированных пиридинов и пиримидинов:



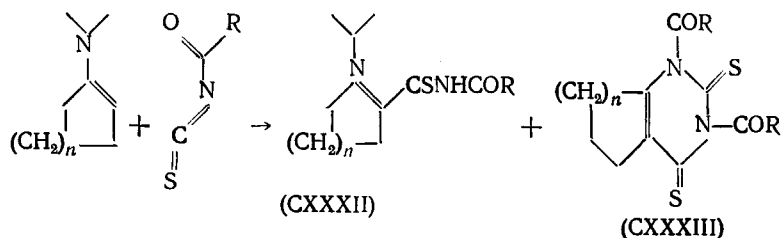
Енаминокарбонильные соединения довольно легко вступают в реакцию с гуанидином и амидинами с образованием производных пиримидина [197, 214]. В ряде случаев требуется активация карбонильной группы, которая достигается, обычно, алкилированием [197, 215], например:



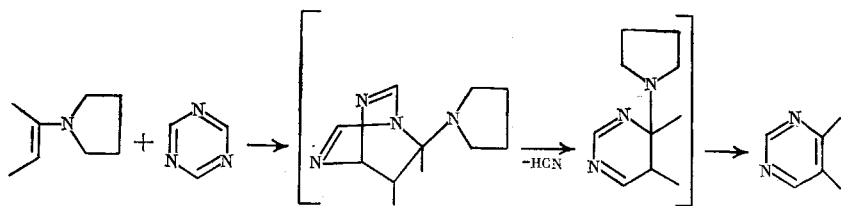
Гетероциклические енаминоэфиры реагируют с аминоазолами с образованием азолопиримидинов [216, 217].



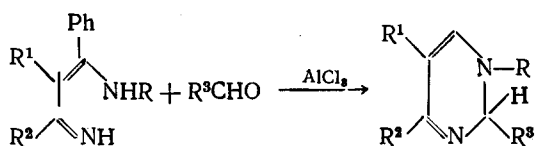
Реакция енаминов с карбонилизотиоцианатами [218] сопровождается образованием [1 : 1] (CXXXII) и [1 : 2] аддуктов (CXXXIII):



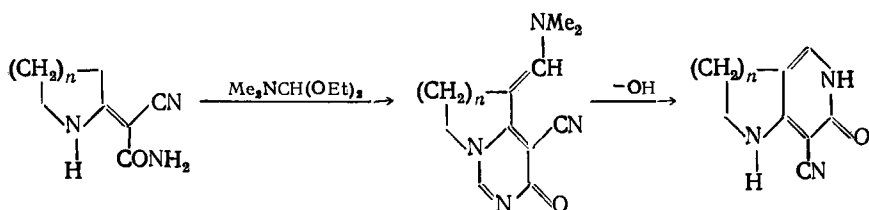
Циклоприсоединение енаминов к *симм*-триазину приводит к пиримидинам [219].



Пиримидины образуются также при взаимодействии енаминоиминов с альдегидами в условиях реакции Фриделя — Крафтса [220].

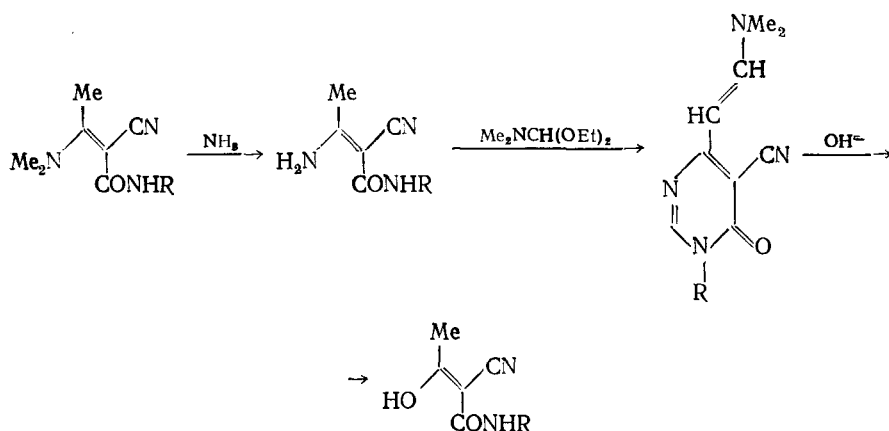


Конденсация диэтилацеталей диметилформамида и диметилацетамида с енаминоамидами гладко приводит к производным 5-цианпиримидина [130, 206, 210, 221—224]. Существенно, что синтезированные таким образом пиримидины легко расщепляются в щелочной среде с последующей рециклизацией в производные пиридина. Именно этот путь синтеза производных пиридина, конденсированных с насыщенным азгетероциклом, препаративно наиболее удобен.



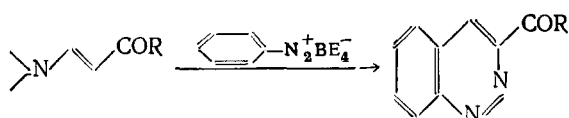
Кинетика расщепления пиримидинового цикла изучена в [210]. Интересно, что изменение местоположения заместителя в пиримидиновом цикле приводит к снижению скорости его расщепления, причем рециклизация в этом случае места не имеет [224].





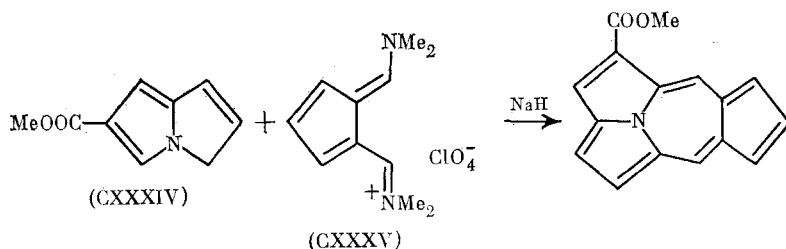
$R = \text{PhCH}_2$

Ряд работ посвящен замыканию других, нежели пиридиновый и пиримидиновый, шестичленных циклов. Так, взаимодействие енаминов с 1-диалкиламинометил-2-оксинафталинами приводит к конденсированным пиранам [225]. Конденсированные пираны образуются также при восстановлении 3-( $\beta$ -карбоэтоксил)енаминов алюмогидридом лития [226]. Реакция енаминокетонов с кетонами в присутствии литий-тетраметилпиридина с последующей циклизацией приводит к 2,3-дигидропиранам-4 [227]. Взаимодействием N-карбамидоенаминокетонов с циануксусным эфиром и родственными соединениями получены производные пирана-2 [228], а при реакции 2-оксибензальдегида с морфолиновым енамином фенилацетальдегида получен 2-морфолино-3-фенилизофлавен-3 [229]. Недавно описан пиридазиновый синтез, основанный на взаимодействии енаминокарбонильных соединений с солями диазония [230] и синтез конденсированных оксадиазин, образующихся при реакции енаминов с диацилдиимидами [231] или с ариладилдиимидами [232].

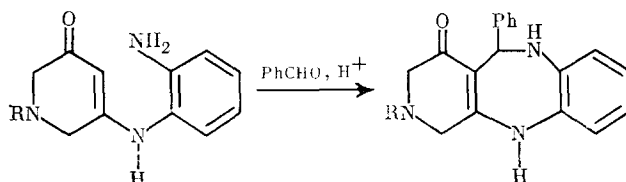


### 3. Синтез семи- и восьмичленных гетероциклов

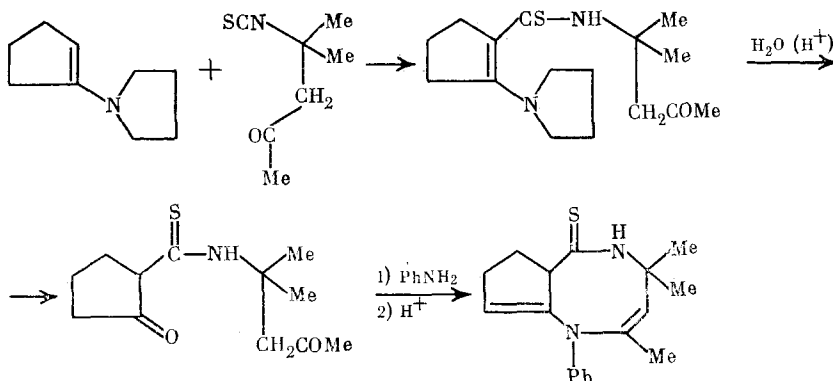
Исследования, посвященные синтезу гетероциклов, с числом звеньев более шести, на основе енаминов относительно немногочисленны. Описано взаимодействие 3-Н-пирролизина (CXXXIV) с енаминоимминиевой солью (CXXXV) в присутствии гидроксида натрия [233]:



Синтез конденсированных диазепинов осуществлен реакцией 3-этоксикарбонилциклопентанона с 4-нитро-*o*-фенилендиамин [234] или взаимодействием N-ариленамина пиперидиндиона (CXXXVI) с бензальдегидом [123]:



И, наконец, упомянем еще одно исследование, в котором конденсированные диазоцины получены реакцией изотиоцианатов с енамином цикlopentanона [235] с последующей обработкой анилином.



Таким образом, приведенные выше результаты по исследованию свойств и изучению возможности использования енаминов в органическом синтезе указывают на целесообразность и перспективность развития химии этого класса соединений. Особый интерес представляет дальнейшее развитие исследований, направленных на синтез различных классов гетеромоно-, би- и трициклических систем на основе енаминов.

За время подготовки статьи к печати появился обзор химии енаминов [236], который в отличие от данного обзора касается, в основном, енаминов, не имеющих в  $\beta$ -положении электронодонорных или электроноакцепторных заместителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Enamines. Synthesis, structure and reactions./Ed. A. G. Cook New York — London: Marcel Dekker, 1969.
2. Wamhoff H. Lect. Heterocycl. Chem., 1980, v. 5, p. 61.
3. DeKimpe N., Schamp N. Org. Prep. Procd. Int., 1981, v. 13, p. 245.
4. Rajappa S. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 1453.
5. Stark E., Spehn K.-H., Skotsch C., Pech H., Lorch E., Häufel J., Bouchon G., Breitmayer E. Chem. Z., 1977, B. 101, S. 161.
6. Rajappa S. Heterocycles, 1977, v. 7, p. 507.
7. Martin S. F. Synthesis, 1979, p. 633.
8. Якимович С. И., Зерова И. В. В кн.: Вопросы физической органической химии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980, № 1, с. 45.
9. Шаинян Б. А., Мирскова А. Н. Успехи химии, 1979, т. 48, с. 201.
10. Cervinka O., Fabryova A. Chem. Listy, 1976, v. 70, p. 1266.
11. Фрейманис Я. Ф. Химия енаминокетонов, енаминоиминов, енаминотионов. Рига: Зинатне, 1974.
12. Martin S. F., Phillips G. W., Puckette T. A., Colapret J. A. J. Amer. Chem. Soc., 1980, v. 102, p. 5866.
13. Ahlbrecht H. Chimia, 1977, B. 31, S. 391.
14. Whitesell J. K., Whitesell M. A., Synthesis, 1983, p. 517.
15. Osman R., Shvo Y. Tetrahedron, 1978, v. 34, p. 2321.
16. Граник В. Г., Власова Т. Ф., Беляева О. Я., Шейнкер Ю. Н. Ж. орг. химии, 1979, т. 15, с. 272.
17. Stradi R., Trimarco P., Vigevani A. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1978, p. 1.
18. Ahmed M. Gd., Hickmott P. W. J. Chem. Soc., Perkin Trans. II, 1977, p. 838.
19. Schwotzer W., Philipsborn W. Helv. Chim. Acta, 1977, B. 60, S. 1501.
20. DonelSmith L. N., Houk K. N. Tetrahedron Letters, 1977, p. 1981.
21. Westerman P. W., Robert J. D. J. Org. Chem., 1977, v. 42, p. 2249.
22. Brown K. L., Domm L., Dunitz J. D., Eshenmoser A., Hobi R., Kratky C. Helv. Chim. Acta, 1978, B. 61, S. 3108.

23. Ahmed G., Ahmed C. A., Hickmott P. W. J. Chem. Soc. Perkin Trans. I, 1980, p. 2383.
24. Гарбуз Н. И., Курбако В. З., Лахвич Ф. А., Лис Л. Г. Ж. прикл. спектроск., 1980, т. 33, с. 467.
25. Jeso B., Pommier J. C. Chem. Communs, 1977, p. 565.
26. Yamazaki T., Takahata H., Ishikura M., Nagata M. Heterocycles, 1978, v. 9, p. 1717.
27. Machacek V., Toman J., Klicnar J. Collect. Czech. Chem. Communs, 1974, v. 43, p. 1634.
28. Wolfbeis O. S., Ziegler E. Z. Naturforsch., B., 1977, B. 32, S. 1077.
29. Martinez S. J., Joule J. A. Tetrahedron, 1978, v. 34, p. 3027.
30. Houriet R., Vogt J., Haselbach E. Chimia, 1980, v. 34, p. 277.
31. Ellenberger M. R., Dixon D. A., Farneth W. E. J. Amer. Chem. Soc., 1981, v. 103, p. 5377.
32. Kozerski L. Org. Magn. Reson., 1977, v. 9, p. 395.
33. Bailey A. S., Vandewala M. H., Greenhill J. V. Tetrahedron Letters, 1979, p. 4407.
34. Граник В. Г., Персианова И. В., Костюченко И. П., Глушков Р. Г., Шейнкер Ю. Н. Ж. орг. химии, 1972, т. 8, с. 181.
35. Граник В. Г., Киселев С. С., Соловьева Н. П., Персианова И. В., Полиевктов М. К., Шейнкер Ю. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1980, с. 344.
36. Himmele W., Bremser W., Siegel H. Angew. Chem., 1979, B. 91, S. 341.
37. Kavalek J., Rahei S. E., Sterba V. Collect. Czech. Chem. Communs., 1978, v. 43, p. 2732.
38. Киселев С. С., Полиевктов М. К., Граник В. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1979, с. 1231.
39. Киселев С. С., Полиевктов М. К., Граник В. Г. Там же, 1979, с. 1678.
40. Граник В. Г. Успехи химии, 1982, т. 51, с. 207.
41. Broekhof N. L. J. M., Jonkers F. L., Van der Gen A. Tetrahedron Letter, 1980, p. 2671.
42. Граменицкая В. Н., Иноземцева Л. В., Водка В. С., Вульфсон Н. С. Ж. орг. химии, 1979, т. 15, с. 2083.
43. Carlson R., Nilsson L., Rappe C., Babadjanian A., Metzger J. Acta Chem. Scand. B, 1978, v. 32, p. 85.
44. Matsushita H., Tsujino Y., Noguchi M., Saburi M., Yoshikawa S. Bull. Chem. Soc. Japan, 1978, v. 51, p. 201.
45. Duhamel L., Plaquevent J. C. Tetrahedron Letters, 1977, p. 2285.
46. Matsushita H., Tsujino Y., Noguchi M., Saburi M., Yoshikawa S. Bull. Chem. Soc. Japan, 1978, v. 51, p. 862.
47. Cekovic Z., Bosnjak J., Cvetkovic M. Tetrahedron Letters, 1980, p. 2675.
48. Shono T., Matsumuro Y., Hamaguchi H., Imanishu T., Yoshida K. Bull. Chem. Soc. Japan, 1978, v. 51, p. 2179.
49. Chiba T., Okimoto M., Nagai H., Takata Y. J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 3519.
50. Adler M., Schank K., Schmidt V. Chem. Ber., 1979, B. 112, S. 2314.
51. Mahajan J. R., Nunes B. J., Aranjó H. C., Ferreira G. A. L. J. Chem. Res. (S), 1979, p. 284.
52. Rosantsev E. G., Dagonneau M., Kagan E. S., Mikhailov V. I., Sholle V. D. J. Chem. Res. S., 1979, p. 260.
53. Iido H., Yuasa Y., Kibayashi C. Synthesis, 1982, p. 471.
54. Тищенко И. Г., Полозов Г. И. Изв. АН БССР. Сер. хим., 1977, № 6, с. 96.
55. Nilsson L. Acta Chem. Scand., B, 1979, v. 33, p. 547.
56. Montury M., Gore J. Tetrahedron, 1977, v. 33, p. 2819.
57. Полиевктов М. К., Киселев С. С., Маркова И. Г., Граник В. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1981, с. 357.
58. Jutz C., Kirschner A. F., Wagner R. M. Chem. Ber., 1977, B. 110, S. 1259.
59. Carlson S., Lawesson S. O. Tetrahedron, 1982, v. 38, p. 415.
60. Redmore D. J. Org. Chem., 1978, v. 43, p. 992.
61. Furukawa M., Okawara T., Naguchi Y., Terawaki Y. Chem. Pharm. Bull., 1979, v. 27, p. 2223.
62. Albrecht H., Liesching S. Synthesis, 1977, p. 495.
63. Dyong I. D., Lam-Chi Q. Angew. Chem., 1979, B. 91, S. 997.
64. Лазукина Л. А., Горбатенко В. И., Лурье Л. Ф., Кухарь В. П. Ж. орг. химии, 1977, т. 13, с. 290.
65. Croce P. D., Stradi R. Tetrahedron, 1977, v. 33, p. 865.
66. Citerio L., Saccarello M. L., Stradi R. Synthesis, 1979, p. 305.
67. Pocar D., Rossi I. M., Trimarco P. J. Heterocycl. Chem., 1979, v. 16, p. 925.
68. Huisgen R., Reissig H. U., Huber H., Voss S. Tetrahedron Letters, 1979, p. 2987.
69. Hayakawa Y., Yokoyama E., Noyri R. J. Amer. Chem. Soc., 1978, v. 100, p. 1799.
70. Molines H., Wakeselman C. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1980, p. 1114.
71. Visser G. W., Verboom D., Trompenaars W. P., Reinhoudt D. N. Tetrahedron Letter, 1982, p. 1217.
72. Беляев Е. Ю., Субоч Г. А., Ельцов А. В. Ж. орг. химии, 1978, т. 14, с. 1506.
73. Yasunami M., Yang P. W., Kondo Y., Noro Y., Takase K. Chem. Letters, 1980, p. 167.
74. Yasunami M., Chen A., Yang P. W., Takase K. Ibid., 1980, p. 579.
75. Yasunami M., Chen A., Noro Y., Takase K. Ibid., 1981, p. 555.
76. Okazaki R., Ishii F., Inamoto N. Bull. Chem. Soc. Japan, 1978, v. 51, p. 309.
77. Hill R. K., Khatri H. N. Tetrahedron Letters, 1978, p. 4337.
78. Ferris J. P., Rao V. R., Newton T. A. J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 4378.
79. Ferris J. P., Rao V. R., Newton T. A. Ibid., 1979, v. 44, p. 4381.

80. Караханов Р. А., Вартанян М. М., Апандиев Р. В. Изв. АН СССР. Сер. хим., 1981, с. 694.
81. Yale H. L., Spitzmilles E. R. J. Heterocycl. Chem. 1977, v. 14, p. 1419.
82. Kashima C., Shirai S., Yamamoto Y. Heterocycles, 1979, v. 12, p. 657.
83. Kashima C., Yamamoto Y. Bull. Chem. Soc. Japan, 1979, v. 52, p. 1735.
84. Глушков Р. Г., Стежко Т. В., Власова Т. Ф., Анисимова О. С. Хим. гетероцикл. соед., 1978, с. 1248.
85. Глушков Р. Г., Стежко Т. В. Там же, 1978, с. 1252.
86. Князева В. Ф., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Соловьева Н. П., Анисимова О. С. Там же, 1981, с. 511.
87. Граник В. Г., Жидкова А. М., Животовская Н. П., Полиевктов М. К. Ж. орг. химии, 1981, т. 17, с. 2421.
88. Eiden F., Herdeis C. Arch. Pharm., 1978, B. 311, S. 287.
89. Colens A., Ghoser L. Nouv. J. Chim. 1977, v. 1, p. 371.
90. Боднарчук Н. Д., Яцишин А. А. Ж. орг. химии, 1977, т. 13, с. 954.
91. Devos A., Remion J., Frisque-Hesbain A. M., Colens A., Chosez L. Chem. Commun., 1979, p. 1180.
92. Ahlbrecht H., Pfaff K. Synthesis, 1980, p. 413.
93. Vilsmaier E., Klein C. M., Dausmann D., Maas G. Chem. Ber., 1982, B. 115, S. 1209.
94. Kupper R., Michejda C. J. J. Org. Chem., 1980, v. 45, p. 2919.
95. Celerier J. P., Lhommet G., Maille P. Tetrahedron Letters, 1981, p. 963.
96. Celerier J. P., Deloisy E., Kapron P., Lhommet G., Maille P. Synthesis, 1981, p. 130.
97. Celerier J. P., Deloisy E., Lhommet G. J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 3089.
98. Duhamel P., Kotara M. Ibid., 1982, v. 47, p. 1688.
99. Гевазо Ю. И., Фаринюк Ю. И., Станинец В. И., Коряк Э. Б. Укр. хим. ж., 1977, т. 43, с. 1189.
100. Carlson R. Acta Chem. Scand. B, 1978, v. 32, p. 646.
101. Laskovics F. M., Schulman E. M. J. Amer. Chem. Soc. 1977, v. 99, p. 6672.
102. Боднарчук Н. Д., Момот В. В., Яцишин А. А., Поволоцкий М. И. Ж. орг. химии, 1979, т. 15, с. 1552.
103. Kimpé N., Verhe N., Bayck L., Chys J., Schamp H. Synth. Commun., 1979, v. 9, p. 901.
104. Olah G. A., Vankar Y. D., Arvanaghi M. Tetrahedron Letters, 1979, p. 3653.
105. Iida H., Aoyagi S., Kawano K., Kibayashi C. Chem. Pharm. Bull., 1978, v. 26, p. 3229.
106. Duhamel L., Poirier J. M. J. Org. Chem. 1979, v. 44, p. 3585.
107. Duhamel L., Poirier J. M. J. Amer. Chem. Soc., 1977, v. 99, p. 8356.
108. Lesur B., Toye J., Chantironne M., Chosez L. Tetrahedron Letters, 1979, p. 2835.
109. Böhme H., Grätz J. G. Tetrahedron, 1977, v. 33, p. 841.
110. Bates G. S., Ramaswamy S. Chem. Commun., 1980, p. 904.
111. Scecrist J. A., Winter W. J. J. Amer. Chem. Soc., 1978, v. 100, p. 2554.
112. Cervinka O., Fabryova A., Chudobova H. Collect. Czech. Chem. Commun., 1978, v. 43, p. 884.
113. Kalaus G., Györy P., Szabo L., Szantay C. J. Org. Chem., 1978, v. 43, p. 5017.
114. Kimpé N. D., Verhe R., Buyck L. D., Schamp N. Synthesis, 1979, p. 741.
115. Camps P., Jaime C., Molas J. Tetrahedron Letters, 1981, p. 2487.
116. Thompson H. W., Swistok J. J. Org. Chem., 1981, v. 46, p. 4907.
117. Taylor E. C., La Nattina J. L. Tetrahedron Letters, 1977, p. 2077.
118. Лулукаян А. А., Пошотян А. Ж., Азбалаян С. Г. Арм. хим. ж., 1981, с. 237.
119. Tacconi G., Leoni M., Righetti P., Desimani G., Oberti R., Comin T. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1979, p. 2687.
120. Singh Y. K., Rao R. B. Chem. Letters, 1979, p. 653.
121. Ferri R. A., Pitacco G., Valentin E. Tetrahedron, 1978, v. 34, p. 2537.
122. Benedetti P., Pitacco G., Valentin E. Ibid., 1979, v. 35, p. 2293.
123. Tamura Y., Chen L. C., Fujita M., Kita Y. J. Heterocycl. Chem., 1980, v. 17, p. 1.
124. Nolde C., Lawesson S. O. Bull. Soc. chim. Belg., 1977, v. 86, p. 313.
125. Suschitzky H., Wakefield B. J., Whitten J. P. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1980, p. 2709.
126. Чупахин О. Н., Чарушин В. Н., Сидоров Е. О. Хим. гетероцикл. соед., 1979, с. 666.
127. Чупахин О. Н., Чарушин В. Н., Шнуров Ю. В. Ж. орг. химии 1980, т. 16, с. 1064.
128. Nilsson L. Acta Chem. Scand. B, 1979, v. 33, p. 203.
129. Nilsson L. Ibid., 1979, v. 33, p. 710.
130. Граник В. Г., Князева В. Ф., Персианова И. В., Соловьева Н. П., Глушков Р. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1982, с. 1095.
131. Morimoto T., Sekiya M. Chem. Pharm. Bull., 1978, v. 26, p. 2285.
132. Ahmed S. A., Hickmott P. W. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1979, p. 2180.
133. Shabana R., Rasmussen J. B., Lawesson S. O. Bull. Soc. chim. Belg., 1981, v. 90, p. 75.
134. Якимович С. И., Каюкова Л. А. Ж. орг. химии, 1978, т. 14, с. 2496.
135. Якимович С. И., Каюкова Л. А., Хрусталева В. А., Цаценкина Е. А., Темникова Т. А. Там же, 1977, т. 13, с. 2507.
136. Якимович С. И., Каюкова Л. А. Там же, 1979, т. 16, с. 911.
137. Якимович С. И., Каюкова Л. А. Там же, 1980, т. 16, с. 1808.
138. Shabana R., Rasmussen J. B., Lawesson S. O. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 1819.
139. Viswanathan N., Ravindranath K. R., Talwalkar P. K. Ind. J. Chem., B, 1979, v. 17, p. 478.
140. Huisgen R., Bihlmaier W., Reissig H. U. Angew. Chem. 1979, B 91, S. 346.

141. Ройков Л. Н., Терентьев П. Б., Бундель Ю. Г. Ж. орг. химии, 1982, т. 18, с. 669.
142. Carr R. M., Norman R. O. C., Vernon J. M. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1980, p. 156.
143. Лулукиан К. К., Азбалин С. Г. Арм. хим. ж., 1977, т. 30, с. 1007.
144. Азбалин С. Г., Лулукиан К. К., Григорян Г. В., Степанян Э. С. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 474.
145. Meyer H. Ann. Chem., 1981, S. 1534.
146. Baroni S., Stradi R., Saccarello M. L. J. Heterocycl. Chem., 1980, v. 17, p. 1221.
147. Kato T., Chiba T., Noda M., Sasaki M. Heterocycles, 1978, v. 10, p. 261.
148. Nakanishi S., Shirai Y., Takanashi K., Otsuji Y. Chem. Letters, 1981, p. 869.
149. Reinholdt D. M., Geevers V., Trompenaars W. P. Tetrahedron Letters, 1978, p. 1351.
150. Schultz A. G., Hagmann W. K., Shen M. Ibid., 1979, p. 2965.
151. Schultz A. G., Sho C. K. Tetrahedron, 1980, v. 36, p. 1757.
152. Carlsson S., Olesen S. O., Lawesson S. O. Nouv. J. Chim., 1980, v. 4, p. 269.
153. Naito T., Ninomiya I. Heterocycles, 1981, v. 15, p. 735.
154. Граник В. Г., Жидкова А. М., Глушков Р. Г., Полиевктов М. К., Власова Т. Ф., Анисимова О. С. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 1348.
155. Граник В. Г., Беляева О. Я., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Григорьев А. Б., Полиевктов М. К. Там же, 1977, с. 1518.
156. Wakselman J., Blazejewski J. C. Chem. Commun., 1977, p. 341.
157. Blazejewski J. C., Wakselman C. J. Chem. Soc., Perkin, Trans. I, 1980, p. 2845.
158. Iida H., Yuasa Y., Kibayashi C. J. Org. Chem. 1980, v. 45, p. 2938.
159. Iida H., Yuasa Y., Kibayashi C. Ibid., 1979, v. 44, p. 1236.
160. Blondeau D., Sliwa H. J. Chem. Res., S, 1979, p. 2.
161. Прокопов А. А., Яхонтов Л. Н. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 1135.
162. Азимов В. А., Яхонтов Л. Н. Там же, 1977, с. 1425.
163. Прокопов А. А., Яхонтов Л. Н. Там же, 1979, с. 496.
164. Токмаков Г. П., Грандберг И. И. Там же, 1980, с. 331.
165. Глушков Р. Г., Засосова И. М., Овчарова И. М. Там же, 1977, с. 1398.
166. Глушков Р. Г., Стежко Т. В. Там же, 1980, с. 1097.
167. Haefliger W., Hauser D. Synthesis, 1980, p. 236.
168. Carlsson S., Barbary A. A. El., Lawesson S. O. Bull. Soc. chim. Belg., 1980, v. 89, p. 643.
169. Chosez L., Notte P., Bernard-Henriet C., Maurin R. Heterocycles, 1981, v. 15, p. 1179.
170. Plath P., Rohr W. Synthesis, 1982, p. 318.
171. Киселев С. С., Полиевктов М. К., Граник В. Г. Хим. гетероцикл. соед. 1981, с. 352.
172. Gompper R., Sobetta R. Synthesis, 1979, p. 385.
173. Virmani V., Nigam M. B., Jain P. C., Anand N. Ind. J. Chem., 1979, v. 17B, p. 472.
174. Liljefors S., Hallberg A. Tetrahedron Letters, 1978, p. 4573.
175. Huisgen R., Reissig H. U. Angew. Chem., Int. Ed., 1979, v. 18, p. 330.
176. Ito S., Tanaka Y., Kakeni A., Matsuno T. Bull. Chem. Soc. Japan, 1978, v. 51, p. 327.
177. Barluengo J., Lorez-Ortiz J. F., Gotor V. Chem. Commun., 1979, p. 891.
178. Faulstich A. W., Griffiths D., Hull R., Seden T. P. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1980, p. 2587.
179. Kanner C. B., Pandit U. K. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 3519.
180. Henriet M., Houtekle M., Techy E., Touillaux R., Choez L. Tetrahedron Letters, 1980, p. 223.
181. Ahern E. P., Dignam K. J., Hegarty A. F. J. Org. Chem., 1980, v. 45, p. 4302.
182. Kozerski L., Czezwinska E. Tetrahedron, 1977, v. 33, p. 1365.
183. Kurihara H., Mishima H. J. Heterocycl. Chem., 1977, v. 14, p. 1077.
184. Barluengo J., Tomas M., Fustero S., Gotor V. Synthesis, 1979, p. 345.
185. Dantchev D. K., Ivanov I. C. Ibid., 1981, p. 227.
186. Wamhoff H., Hendrix I. L., Ertas M. Ann. Chem., 1981, S. 489.
187. Abdulla R. F., Emmick I. L., Taylor H. M. Synth. Commun., 1977, v. 7, p. 304.
188. Abdulla R. F., Fuhr K. H., Taylor H. M. Ibid., 1977, v. 7, p. 313.
189. Abdulla R. F., Fuhr K. H., Gajewski R. P., Suhr R. G., Taylor H. M., Unger P. L. J. Org. Chem., 1980, v. 45, p. 1725.
190. Nomura Y., Kimura M., Takeuchi Y., Tomoda S. Chem. Letters, 1978, p. 267.
191. Barbary A. A. Et., Carlsson S., Lawesson S. O. Tetrahedron, 1982, v. 38, p. 405.
192. Shabana R., Rasmussen J. B., Olesen S. O., Lawesson S. O. Ibid., 1980, v. 36, p. 3047.
193. Jutz C., Löbering H.-G., Trinkl K.-H. Synthesis, 1977, p. 326.
194. Chaabau I., Greenhill J. V., Ramli M. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1981, p. 3120.
195. Boger D. L., Panek J. S. J. Org. Chem., 1981, v. 46, p. 2179.
196. Iida H., Yuasa Y., Kibayashi C. Chem. Commun., 1981, p. 114.
197. Беляева О. Я., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Анисимова О. С. Хим. гетероцикл. соед., 1978, с. 798.
198. Sharma S. D., Gupta P. K., Gauba A. L. Ind. J. Chem., B., 1977, v. 15, p. 960.
199. Sharma S. D., Gupta P. K., Gauba A. L. Ibid. 1978, v. 16, p. 424.
200. Heber D. Synthesis, 1978, p. 691.
201. Szilagyi G., Sohar P., Wamhoff H. Ibid., 1978, p. 698.
202. Lawe W. J. Heterocycl. Chem., 1977, v. 14, p. 931.
203. Isomura K., Noguchi S., Saruwatari M., Hatano S., Taniguchi H. Tetrahedron Letters, 1980, p. 3879.
204. Граник В. Г., Беляева О. Я., Глушков Р. Г., Власова Т. Ф., Анисимова О. С. Хим. гетероцикл. соед., 1977, с. 1106.
205. Граник В. Г., Григорьев А. Б., Полиевктов М. К. Там же, 1977, с. 1523.

206. Азимов В. А., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Яхонтов Л. Н. Там же, 1978, с. 355.
207. Граник В. Г., Марченко Н. Б., Власова Т. Ф., Глушков Р. Г. Там же, 1976, с. 1509.
208. Азимов В. А., Бычихина Н. Н., Яхонтов Л. Н. Там же, 1981, с. 1283.
209. Азимов В. А., Бычихина Н. Н., Яхонтов Л. Н. Там же, 1981, с. 215.
210. Граник В. Г., Жидкова А. М., Дубинский Р. А. Там же, 1982, с. 518.
211. Haak H. J. W., Plas H. C., Veldhuizen B. J. Heterocycl. Chem., 1981, v. 18, p. 1349.
212. Князева В. Ф., Граник В. Г., Глушков Р. Г., Арутюнян Г. С. Хим. фарм. ж., 1981, с. 44.
213. Granik V. G., Pyatin B. M., Persianova I. V., Peresleni E. M., Kostyuchenko N. P., Glushkov R. G., Sheinker Yu. N. Tetrahedron, 1970, v. 26, p. 4367.
214. Bennett G. B., Mason R. B., Alden L. J., Roach J. B. J. Med. Chem., 1978, v. 21, p. 623.
215. Марченко Н. Б., Граник В. Г. Хим. гетероцикл. соед., 1982, с. 68.
216. Elnagdi M. H., Wamhoff H. Chem. Lett., 1981, v. 18, p. 1287.
217. Elnagdi M. H., Wamhoff H. Chem. Lett., 1981, v. 18, p. 419.
218. Uher M., Foltin J., Floch L. Collect. Czech. Chem. Commun., 1981, v. 46, p. 2696.
219. Boger D. L., Schumacher J., Mullican M. O., Patel M., Panek J. S. J. Org. Chem., 1982, v. 47, p. 2673.
220. Barluenga J., Tomas M., Fustero S., Goto V. Synthesis, 1979, p. 346.
221. Граник В. Г., Сочнева Е. О., Соловьева Н. П., Кулешова Е. Ф., Анисимова О. С. Хим. гетероцикл. соед., 1980, с. 1120.
222. Граник В. Г., Сочнева Е. О., Соловьева Н. П. Там же, 1980, с. 416.
223. Граник В. Г., Жидкова А. М., Дубинский Р. А. Там же, 1981, с. 269.
224. Граник В. Г., Кайманакова С. И. Там же, 1983, с. 816.
225. Каган Е. Ш., Михайлов В. И., Шолле В. Д., Смирнов В. А., Розанцев Э. Г. Изв. АН СССР. Сер. хим., 1978, с. 1668.
226. Carlsson S., Lawesson S. O. Tetrahedron, 1980, v. 36, p. 3585.
227. Vinick F. J., Gschwend H. W. Tetrahedron Letters, 1978, p. 315.
228. Trummer I., Ziegler E., Wolfbeis O. S. Synthesis, 1981, p. 226.
229. Dean F. M., Varma R. S. J. Chem. Soc., Perkin Trans. I, 1982, p. 1193.
230. Kanner C. B., Pandit U. K. Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 3513.
231. Marchette L. J. Chem. Soc., Perkin Trans. II, 1978, p. 382.
232. Bigotto A., Forchiassin M., Risaliti A., Russo C. Tetrahedron Letters, 1979, p. 4761.
233. Batroff V., Flitsch W., Lubisch W. Ibid., 1982, p. 1947.
234. Соломко Э. Ф., Прибега Л. В., Авраменко В. И. Ж. орг. химии, 1978, т. 14, с. 316.
235. Singh H., Mehta R. K. Ind. J. Chem., B., 1977, v. 15, p. 786.
236. Hickmott P. W. Tetrahedron, 1982, v. 38, p. 1975, 3363.

Всесоюзный научно-исследовательский  
химико-фармацевтический институт  
им. С. Орджоникидзе. Москва