

Э. Лукевиц, О. А. Пудова

ФУРАНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТОВ I ГРУППЫ

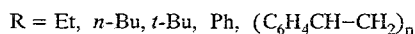
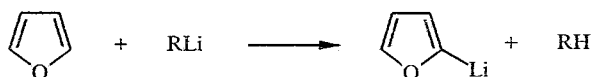
(ОБЗОР)

1. ЛИТИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

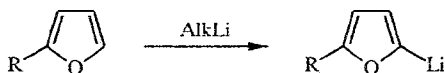
1.1. Синтез

Литийорганические производные фурана — высокорреакционноспособные соединения в реакциях с различными электрофилами — широко используются в органическом синтезе для получения функциональных производных фурана, а также для введения 2- и 3-фурильных групп в молекулы органических соединений. Существует два основных метода синтеза литиевых производных, в которых металл связан с одним из атомов углерода кольца: замещение атома водорода прямым металлизированием незамещенного фурана и его моно-, ди- и тризамещенных производных, а также замещение атомов галогена (брома, йода) на литий.

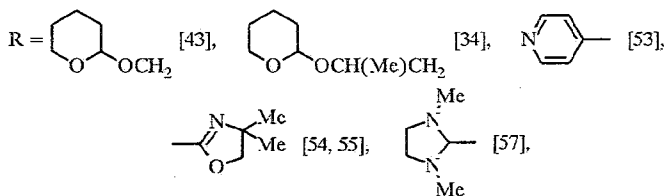
2-Фуриллитий образуется легко и с высоким выходом при металлизировании фурана в инертных растворителях или их смесях (гексан, эфир, тетрагидрофуран) в инертной атмосфере при температуре $-20...+5^{\circ}\text{C}$. Наиболее часто в качестве металлирующего агента используется *n*-бутиллитий [1—23], реже применяются этиллитий [24], *трет*-бутиллитий [25], фениллитий [16, 26, 27] или поли-*n*-литийстирол [28]. Как при добавлении металлирующего агента к фурану, так и при обратном смешении исходных веществ, когда в реакционной смеси создается избыток RLi, наблюдается образование монолитиевого производного фурана.



Аналогично можно получить и литиевые производные ряда 2-замещенных фуранов, содержащих инертные по отношению к металлирующим агентам группы.

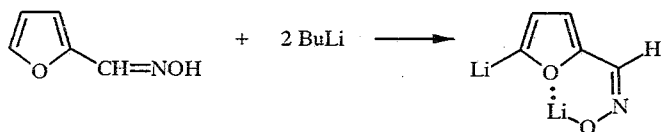


R = Me [10, 20, 21, 23, 29—43], PhCH₂CH₂ [42], *c*-C₆H₁₁ [44], CH₂=CH [45], MeO [43], *t*-BuMe₂SiOCH₂ [43, 46], MeOCH₂, EtOCH₂ [47], PhCH₂OCH₂ [43], Me₃Si [15, 17, 48], Me₃Ge [48], (RO)₂CH [49—52], RN=C(OMe) [56]

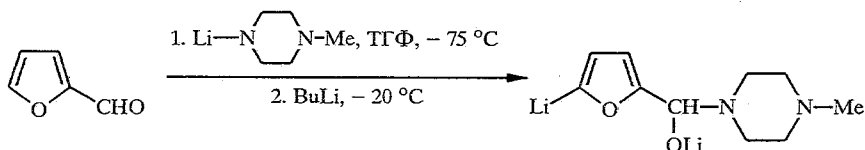


Для всех рассмотренных выше 2-замещенных фуранов (за исключением последнего [57], когда образуются следы продукта С-4 металлирования) металлирование идет в положение 5 фуранового кольца.

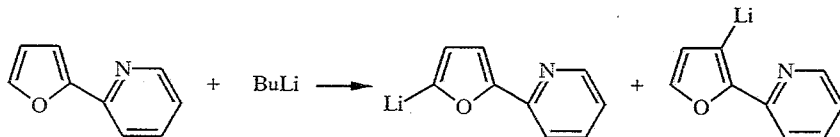
Более сложно протекает металлирование производных, содержащих функциональные группы, вступающие в реакции с бутиллитием. Так, при обработке 2-фуральдоксима двукратным количеством *n*-бутиллития при $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ в присутствии *N,N,N',N'*-тетраметилэтилендиамина образуется дианион следующего строения [58, 59]:



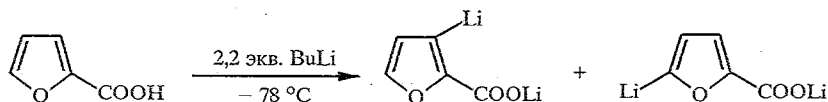
Блокирование альдегидной функции фурфузола *N*-метилпиперазидом лития позволяет селективно металлировать положение 5 кольца фурана при действии *n*-BuLi и *s*-BuLi [60].



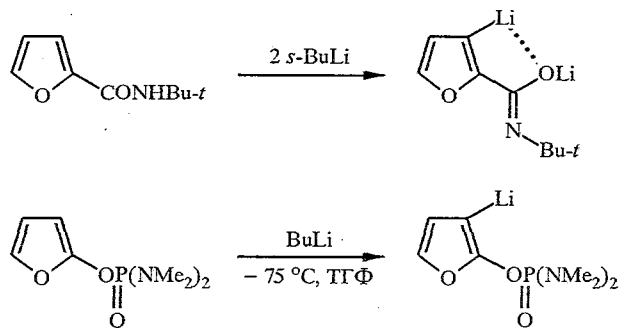
В отличие от 4-(2-фурил)пиридина [53] 2-(2-фурил)пиридин металлируется по положениям 3 и 5 фуранового цикла. Наибольшее влияние на направление реакции оказывает природа растворителя: в тетрагидрофуране идет преимущественное образование 3-изомера, а в эфире — 5-замещенного продукта [61].



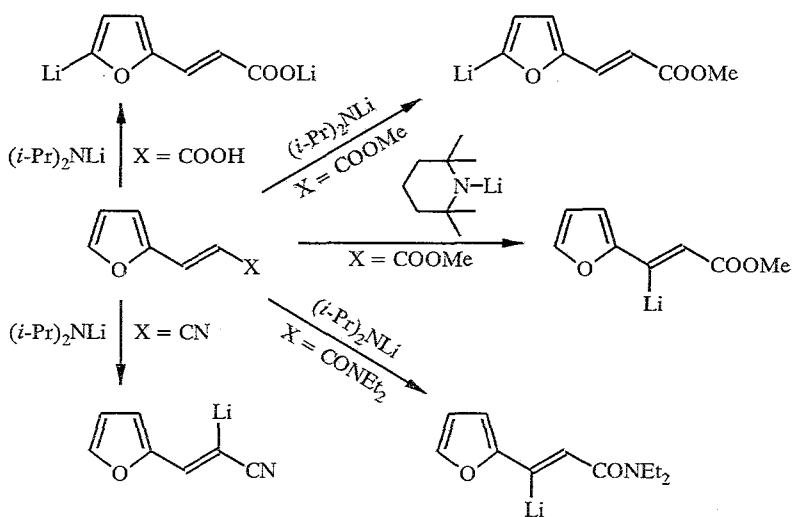
Металлирование 2-фуранкарбоновой кислоты [62] также не протекает однозначно и образуется смесь 3- и 5-изомеров в соотношении 5 : 3. Провести металлирование селективно в положение 5 кольца 2-фуранкарбоновой кислоты удается при замене бутиллития на более мягкий диизопропил-амид лития.



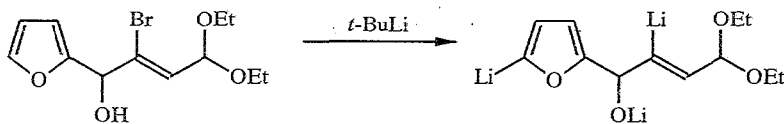
Смесь изомеров образуется и при металлировании *трет*-бутиламида 2-фуранкарбоновой кислоты. Количественное металлирование в положение 3 наблюдалось в диметоксиэтаноле при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и тетрагидрофуране при $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Авторы [63] считают, что это достигается благодаря максимальной стабилизации литиевого дианиона. Тетраметилдиамидофосфатный заместитель очень эффективен для введения атома лития в положение 3 фуранового кольца [64]:



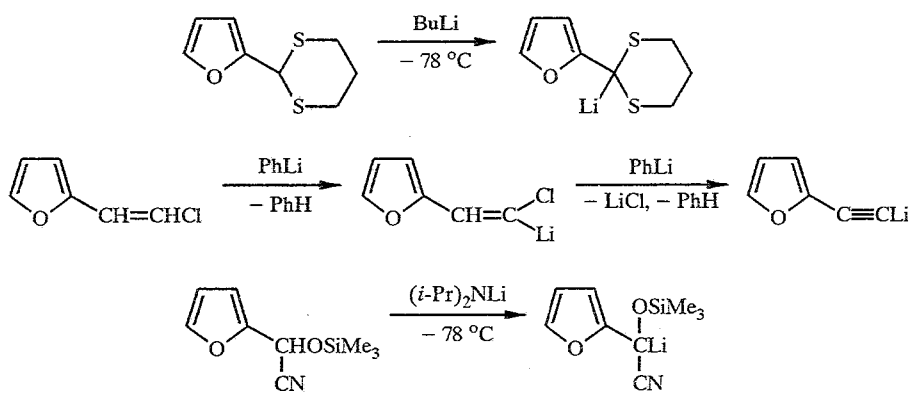
Для некоторых 2-фурильных производных, содержащих в заместителе двойную связь, металлирование протекает не только по кольцу, но и по атомам углерода винильной группы [65, 66]. Например, направление реакции с 2-фурилакриловыми производными определяется характером карбоксилатного заместителя X и металлирующего агента [65]:



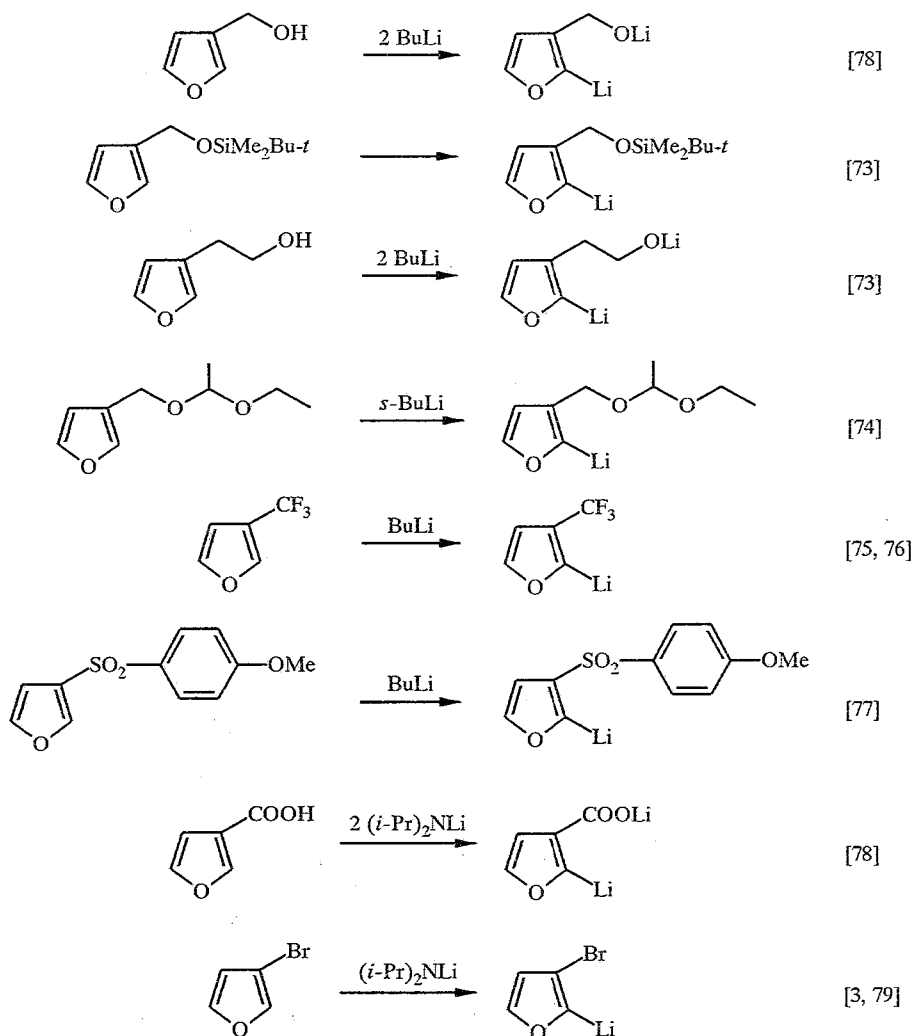
При взаимодействии 1-(2-фурил)-2-бром-4,4-диэтоксипут-2-ен-1-оля лития с тремя эквивалентами *tert*-бутиллития также протекает депротонирование кольца и обмен брома на атом лития [66].

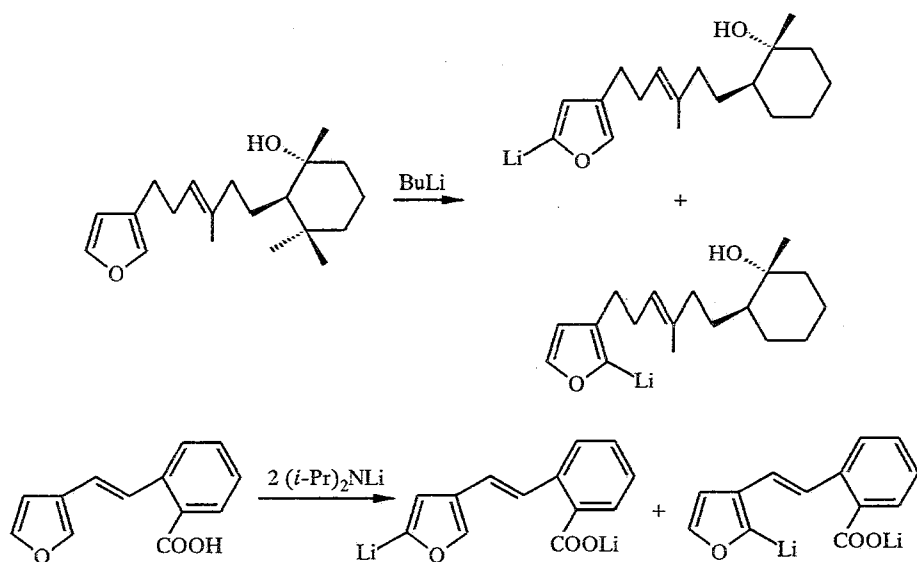


Реакции 2-(2-фурил)-1,3-дитиана с *n*-бутиллитием в тетрагидрофуране при $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ [67], 2-(2-фурил)винилхлорида с фениллитием в эфире [68] и 2-(триметилсилилцианометил)фурана с диизопропиламидом лития в тетрагидрофуране при $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ [69, 70] идут без участия фуранового кольца.

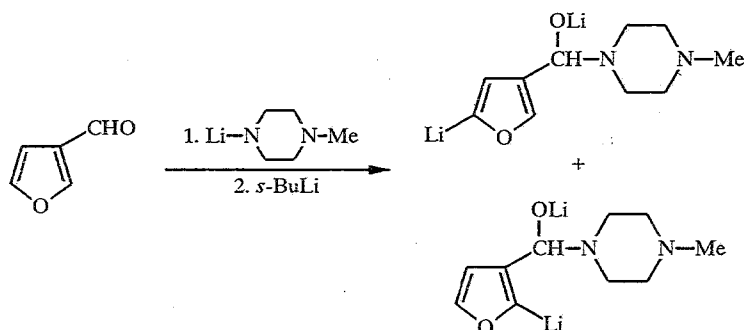


Осуществлено металлирование некоторых 3-замещенных фуранов [3, 60, 71—81]. Большинство из них *n*-бутил-, *втор*-бутиллитием и диизопропил-амидом лития депротонируются по второму положению и лишь в отдельных случаях образуется смесь 2- и 5-замещенных изомеров [60, 80, 81].





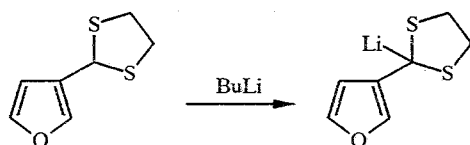
Направление металлирования 3-фуранальдегида, в котором альдегидная группа блокирована *N*-метилпиперазидом лития, зависит от металлирующего агента [60]. При действии бутиллития реакция протекает селективно по положению 2 фуранового кольца, а *втор*-бутиллитий дает преимущественно 5-изомер с региоселективностью 70...82%.



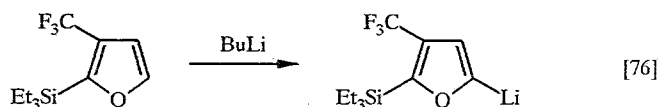
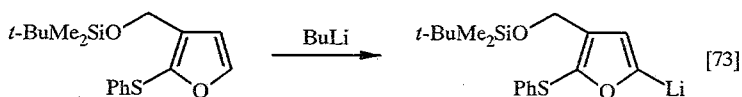
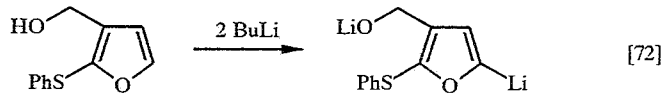
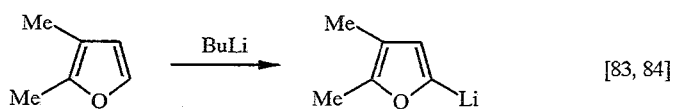
Региоселективность металлирования по положению 5 кольца 3-фуранальдегида, блокированного морфолидом лития, также возрастает при переходе от бутиллития к *втор*-бутиллитию [71].

При металлировании 3-бромфурана диизопропиламидом лития в эфире или тетрагидрофуране при $-80...-70\text{ }^\circ\text{C}$ [3, 79] обычного замещения брома на атом лития, которое наблюдается при взаимодействии с этил- и бутиллитием и будет рассмотрено ниже, не происходит, а осуществляется замещение атома водорода в положении 2 кольца.

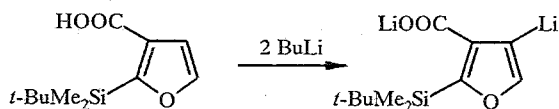
2-(3-Фурил)-1,3-дителиан [82], как и 2-(2-фурил)-1,3-дителиан [67], *n*-бутиллитием по кольцу не металлируется.



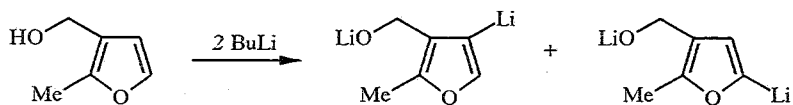
2,3-Дизамещенные фураны [72, 73, 76, 78, 83, 84] под действием литиевых соединений образуют 5-замещенные продукты.



Лишь 2-диметил(*трет*-бутил)силил-3-гидроксиметилфуран [85—88] и 2-диметил(*трет*-бутил)силил-3-фуранкарбоновая кислота [89] металлируются региоселективно в положение 4 фуранового кольца. Так, гидроксиметильное производное [85—88] при обработке 2,2 эквивалентами *n*-бутиллития в диметоксиэтаноле при 0 °С за 15 мин превращается в 4-замещенное литиевое производное, выход которого, по данным последующего электрофильного замещения атома лития (D₂O, MeI, Me₃SiCl, R₃SnCl, ClCOOMe), составляет 57...92%.



Замена диметил(*трет*-бутил)силильной группы на менее объемную метильную приводит к потере селективности и образованию смеси продуктов замещения в положениях 4 и 5 фуранового кольца в соотношении 2 : 1 [85].

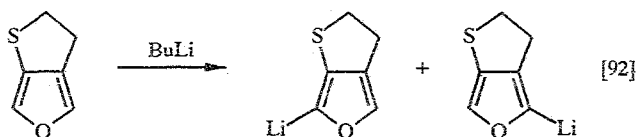
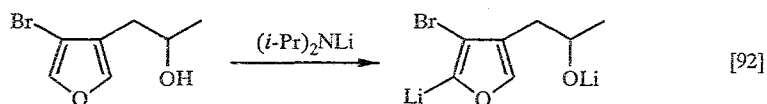
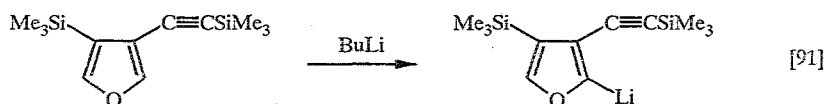


Легко вступают в реакцию с *n*-бутиллитием 3,4-диметоксифуран [90] и 3,4-ди(трифторметил)фуран [75].



R = MeO [90], CF₃ [75]

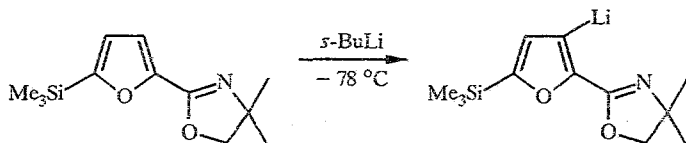
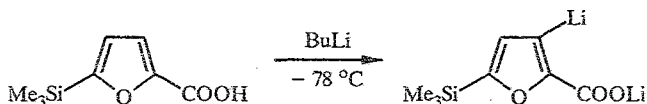
Несимметричные 3,4-дизамещенные фураны под действием металлирующих агентов дают как один изомер [91, 92], так и два, например, в случае конденсированного соединения — 2,3-дигидрстиено [2,3-с]фурана [92].



В отличие от 3-триметилсилил-4-триметилсилилэтинилфурана [91] 3-триметилсилил-4-этинилфуран *n*-бутиллитием при 0 °С в тетрагидрофуране депротонируется по этинильной группе [93].

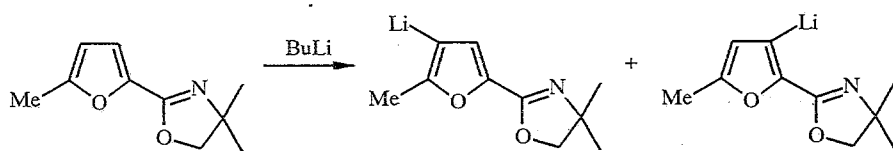


Прямое металлирование кольца 2,5-дизамещенных производных фурана исследовано мало [54, 62, 94, 95]. 2-(5-Триметилсилил)фуранкарбоновая кислота под действием *n*-бутиллития при -78 °С в тетрагидрофуране [62] и диизопропиламида лития [94] депротонируется с образованием одного изомера. Аналогично протекает взаимодействие 4,4-диметил-2-[2-(5-триметилсилил)фурил]оксазолина с *втор*-бутиллитием [54].

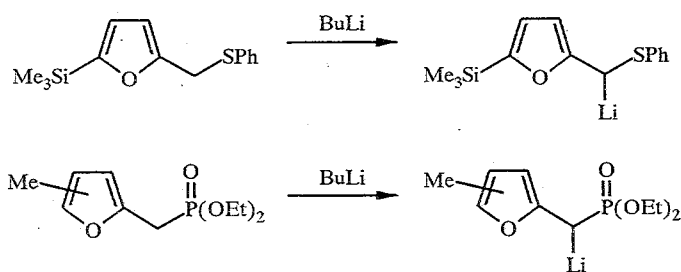


Направление металлирования 4,4-диметил-2-[2-(5-метил)фурил]оксазолина зависит от времени реакции и соотношения реагентов [95]. При использовании эквимольных количеств реагентов за 15 мин образуется

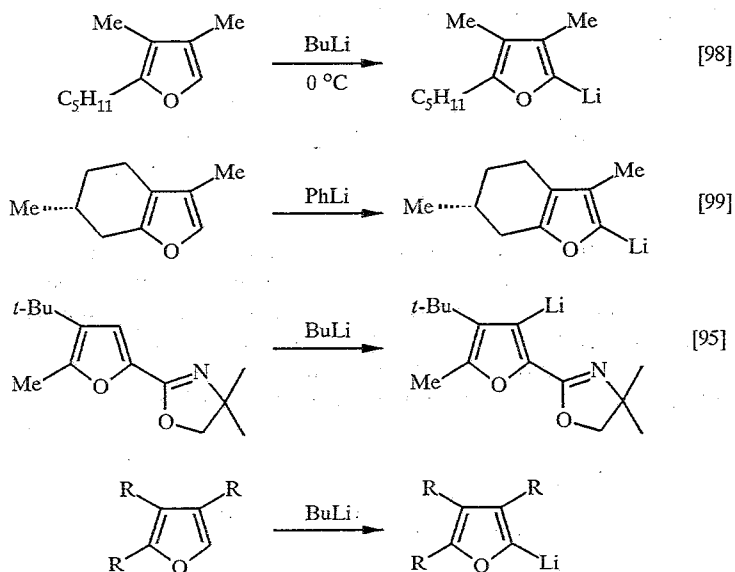
4-замещенный продукт; избыток металлирующего агента и 8-кратное увеличение времени реакции приводят к образованию 3-изомера.



Если же 2,5- и 2,4-дизамещенные фураны содержат в положении 2 фенилтиометильную [96] или диэтоксифосфорилметильную [97] группу, то металлирование кольца не происходит, а наблюдается замещение более активного водорода метиленовых групп.

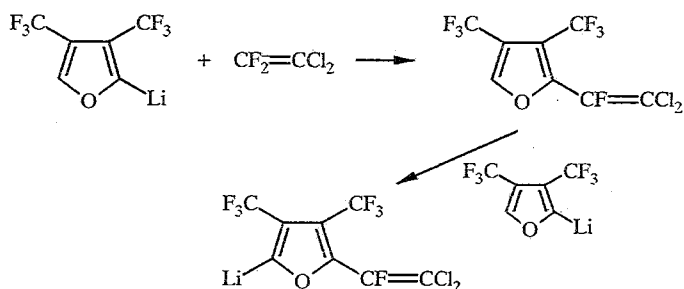


Осуществлено металлирование ряда тризамещенных фурановых соединений, которое протекает по свободному положению цикла [75, 95, 98—101]:

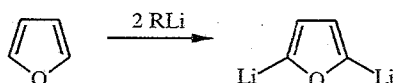


R = CF₃ [100], F [101]

Металлирование 2-(2,2-дихлор-1-фторвинил)-3,4-ди(трифторметил)фурана, образующегося в реакции литиевого производного 3,4-ди(трифторметил)фурана с 1,1-дифтор-2,2-дихлорэтиленом, протекает необычно, так как металлирующим агентом является непрореагировавший литиевый субстрат [75].

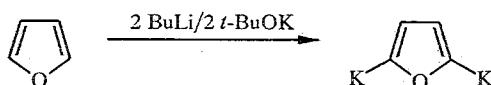


Рядом авторов [23, 36, 90, 102, 103] изучались возможности одновременного введения двух атомов лития в фурановый цикл.

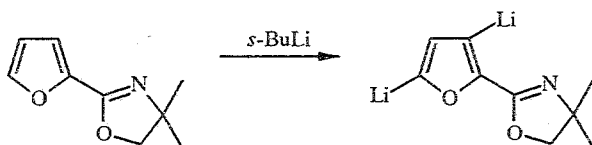


Соединения такого типа позволяют исключить многостадийность при синтезе ди-, три- и тетразамещенных фуранов. Исследовано влияние различных факторов: соотношения фурана и *n*-бутиллития, температуры и времени реакции, растворителя и добавок *N,N,N',N'*-тетраметилэтилендиамина на диметаллирование фурана и его производных [23]. Увеличение соотношения фуран—*n*-BuLi до 1 : 2,5 приводит к существенному увеличению дилитиевого производного (соотношение моно- и дипродуктов достигает 9 : 91 и 5 : 57 в зависимости от времени реакции). Дальнейшее увеличение количества *n*-бутиллития приводит к заметной полимеризации реакционной смеси. Увеличение времени (до 3 ч) и температуры реакции (25 °С) также сопровождается увеличением выхода 2,5-дилитиевого соединения. Существенное влияние на его образование оказывает растворитель: 2,5-дилитийфуран удастся получить в гексане, а в эфире образуется лишь 2-фуриллитий. Присутствие *N,N,N',N'*-тетраметилэтилендиамина оказывает сложное влияние на процесс диметаллирования фурана— при соотношении бутиллития и фурана 2,5 : 1 он способствует увеличению выхода дизамещенного продукта. В отсутствие избытка металлирующего агента *N,N,N',N'*-тетраметилэтилендиамин способствует увеличению доли 2-фуриллития [23]. Максимальный выход 2,5-дилитийфурана достигнут при проведении металлирования в гексане при комнатной температуре и 2,5-кратном избытке *n*-бутиллития [23] или *втор*-бутиллития [104] в присутствии *N,N,N',N'*-тетраметилэтилендиамина.

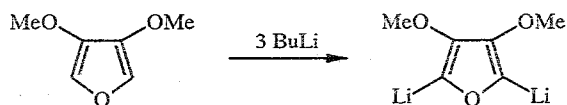
Фуран диметаллируется двумя эквивалентами *n*-бутиллития под действием сильного основания — *трет*-бутилата калия при -25 °С в пентане [103]. Однако авторы [103] считают, что в этих условиях происходит переметаллирование и образование 2,5-дикалийфурана.



Максимальное дилитирование 2-(2-фурил)оксазолина достигается при его обработке 3,3 эквивалентами *втор*-бутиллития в тетрагидрофуране при -78 °С за 2 ч в присутствии 3,3 эквивалентов *N,N,N',N'*-тетраметилэтилендиамина [102].

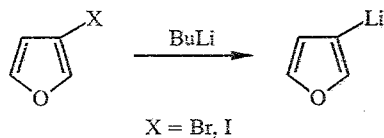


Легко дилиитируется 3,4-диметоксифуран трехкратным количеством *n*-бутиллития [36, 90]:



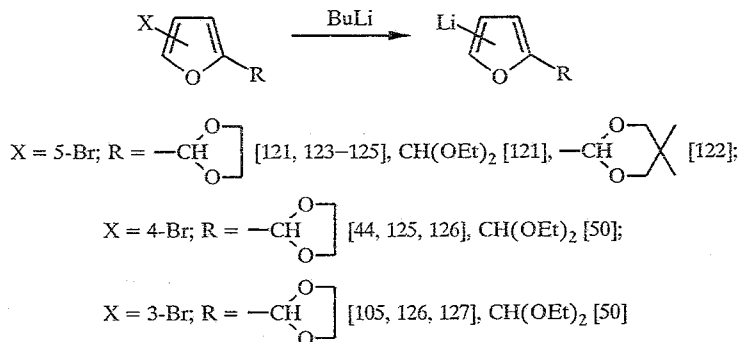
Второй метод синтеза литиевых производных фурана заключается в замещении атомов галогена (брома или йода) на литий, но не как в алкилгалогенидах действием металлического лития, а обменной реакцией с алкиллитиевыми производными. Большая реакционная способность галогена по сравнению с водородом в реакциях металлизации позволяет во многих случаях провести реакцию селективно и существенно расширить возможность синтеза функциональных производных фурана и особенно 3-замещенных.

3-Бром- [13, 105—111] и 3-йодфуран [105, 112—115] являются наиболее удобными исходными реагентами в синтезе 3-фуриллития. Общая процедура его получения заключается в металлизации галогенфуранов при $-78...-70^\circ\text{C}$ этиллитием [105, 114] или *n*-бутиллитием [106—111, 113, 115] в большинстве случаев в смеси эфира и гексана.

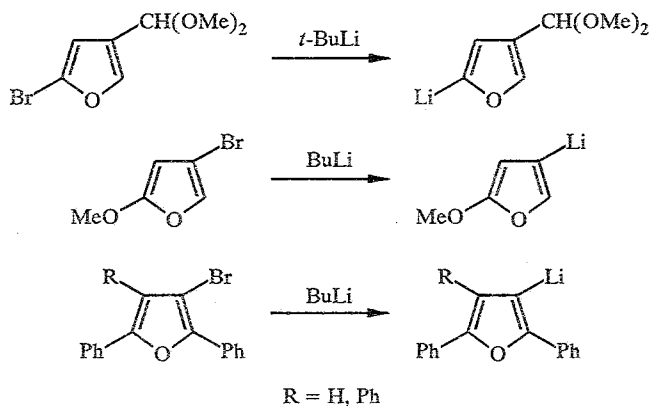


Более мягкий металлирующий агент — ди(изопропиламид)лития, как уже отмечалось ранее [3, 79], не реагирует по связи C—Br 3-бромфурана, а депротонирует положение 2 кольца. Металлирование ряда алкилбром- и алкилйодфуранов (2-метил-4-бромфуран [116], 2-этил-4-бромфуран [116], 2-бром-3-изопропилфуран [117, 118], 2,5-диметил-3-йодфуран [119], 2-[2-(2-тиенил)этил]-3-бромфуран [120]) этил- и бутиллитием протекает селективно по связи C—галоген.

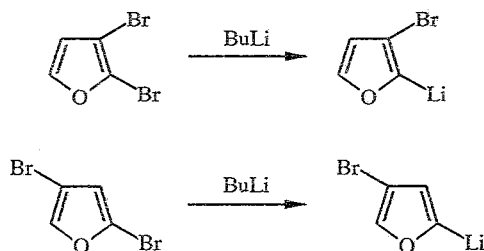
Наиболее широко в ряду моногалогензамещенных производных фурана изучено металлирование различных ацеталей фурфурола [44, 50, 105, 121—127]



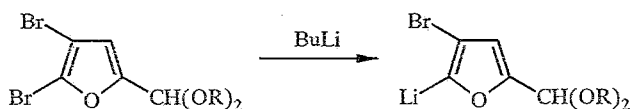
Реакция протекает с высоким выходом и исключительно по атому брома. Аналогично осуществляется взаимодействие 2-бром-4-(диметоксиметил)фурана с *tert*-бутиллитием [128], 2-метокси-4-бромфурана [129] и 2,5-диарил- и 2,4,5-триарил-3-бромфуранов [130] с *n*-бутиллитием.



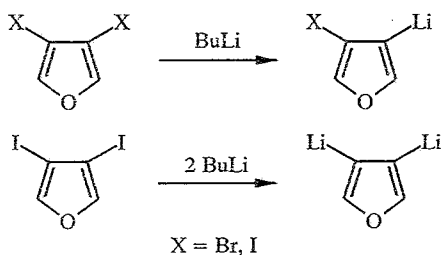
Проведены реакции литирования ряда дибром- [50, 92, 105, 131—136], трибром- [131], диод- [92, 105] и триодфуранов [137]. 2,3-Дибромфуран [50, 105, 131] и 2,4-дибромфуран [131] металлируются эквимолярным количеством *n*-бутиллития только по атому брома в положении 2 кольца.



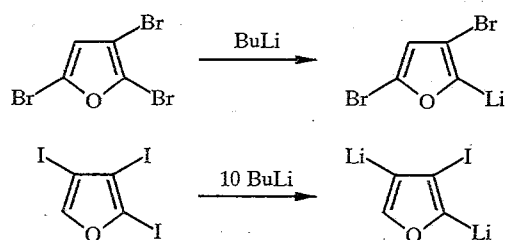
Аналогично протекают реакции ацеталей 2,3-дибромфурфурола [50, 132—136].



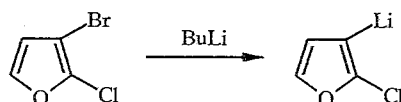
При взаимодействии эквимолярных количеств 3,4-дибром- [92] или 3,4-диодфурана [92, 105] и *n*-бутиллития [92, 105] или *tert*-бутиллития [92] замещается лишь один атом галогена; замещение двух атомов йода наблюдается при обработке 3,4-диодфурана двукратным количеством *n*-бутиллития [105].



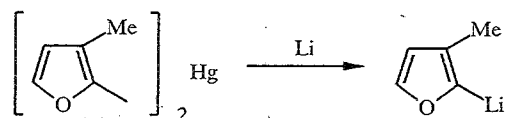
Реакции 2,3,5-трибромфурана [131] и 2,3,4-трийодфурана [137] с *n*-бутиллитием протекают по следующим схемам:



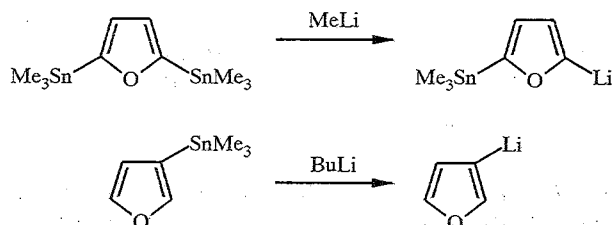
Установлено, что атом хлора 2-хлор-3-бромфурана неактивен [128] и при действии *n*-бутиллития образуется 3-(2-хлор)фуриллитий.



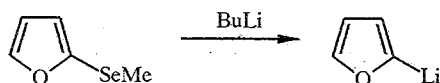
Кроме рассмотренных выше способов синтеза литийорганических производных фурана в литературе имеются данные по металлизации ртути- [139, 140], олово- [104, 141] и селеноорганических [142] соединений фурана. Бис(3-метил-2-фурил)ртуть под действием суспензии лития в эфире при -20°C образует 3-метил-2-фуриллитий [139, 140].



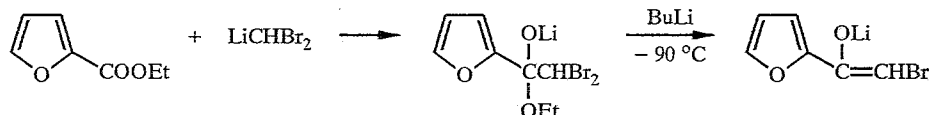
При низких температурах (-78°C) в тетрагидрофуране метиллитий [104] и *n*-бутиллитий [141] расщепляют связь C—Sn в 2,5-бис(триметил-станнил)- [104] и 3-трибутилстаннилфуране [141].



2-Метилселенофуран в результате взаимодействия с *n*-бутиллитием в эфире при комнатной температуре также дает 2-фуриллитий — продукт разрыва Se—C(фурил) связи [142].

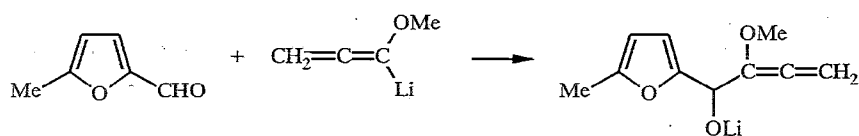


Ранее уже отмечалось, что при металлизации производных фурана с функциональными группами (COOH, OH) наряду с продуктами замещения атомов водорода кольца образуются литиевые соли [62, 78, 81] и алкоголяты [72, 73, 87]. В ряде случаев реакции с литиевыми соединениями протекают лишь по атому кислорода функциональных групп [143—145]. Этиловый эфир 2-фуранкарбоновой кислоты при -90°C реагирует с дибромметиллитием, взаимодействие проходит по C=O группе [143].

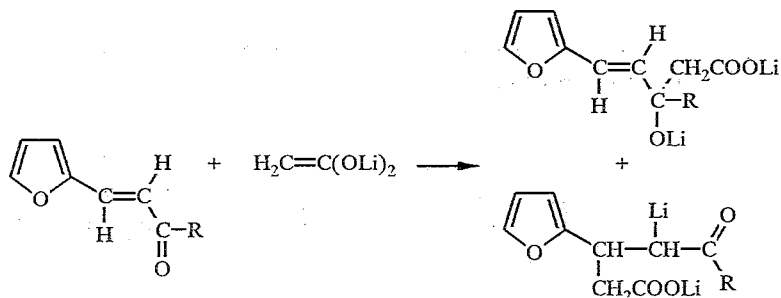


Далее при обработке дибромпроизводного бутиллитием можно получить енолят лития.

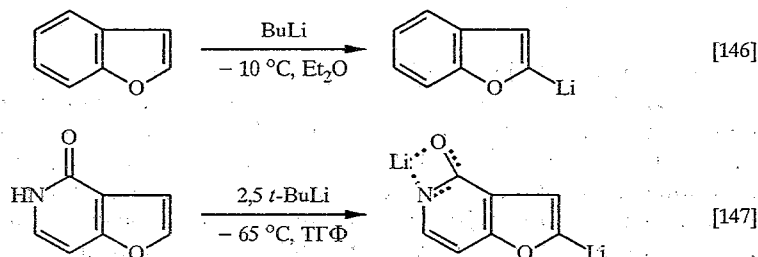
По карбонильной группе 5-метилфурфура происходит взаимодействие с литиевым производным метоксиаллена [144].

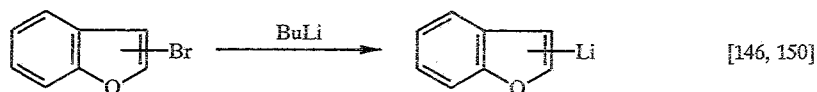
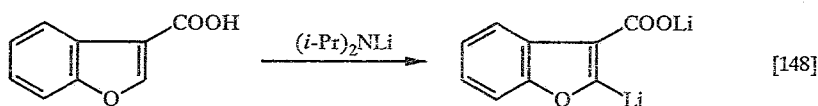
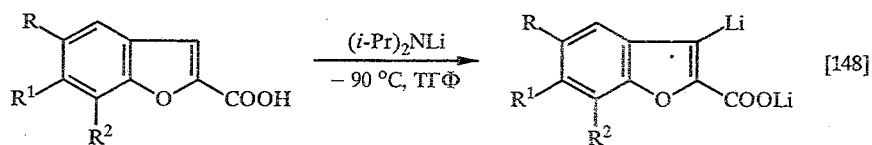


Исследована реакция α,β -ненасыщенных кетонов фурана с диолатом лития в тетрагидрофуране при -50°C . Выход для производного с $\text{R} = \text{Ph}$ составляет 57%, а соотношение продуктов — 3 : 2 [145].



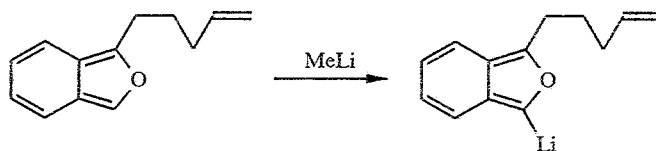
Для синтеза литиевых производных бензофурана и некоторых соединений, содержащих фурановое кольцо, конденсированное по связи C(2)—C(3) с другими гетероциклами, в целом применяются методы, аналогичные методам получения фурановых производных: замещение атомов водорода [28, 146—149] или брома [146, 150, 151] на литий с помощью металлирующих агентов.



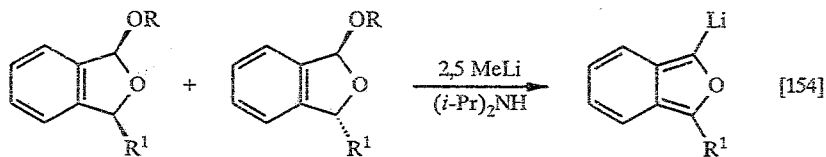
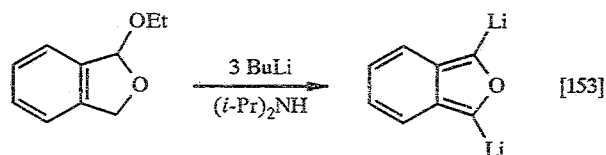


При соотношении 2,3-дибромбензофурана и BuLi 1 : 1 при температуре -75°C [146, 151] образуется в основном 2-монолитиевое производное. При пятикратном избытке *n*-бутиллития образуется смесь дилитиевого (60%) и монолитиевого продуктов (40%) [146].

Металлирование 1-(4-пентен)изобензофурана [152] метиллитием в присутствии каталитических количеств диизопропиламина протекает по свободному положению фуранового кольца.

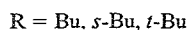
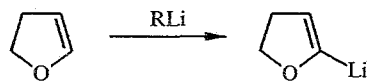


Для синтеза литиевых соединений изобензофурана используется также реакция 1,4-элиминирования [153, 154].



R = Me, Et; R¹ = Ph, Me

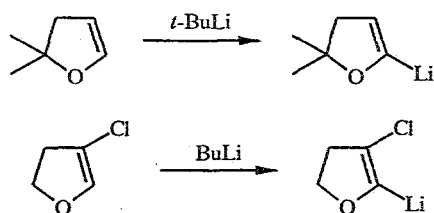
В ряде работ [155—168] изучены возможности синтеза литиевых производных 2,3-дигидрофурана. Металлирование 2,3-дигидрофурана проводилось *n*-бутиллитием [155, 156, 159—161], *втор-* [155] и *трет-*бутиллитием [155, 156, 162—166]. Отмечается, что наиболее полное депротонирование [155] наблюдается при использовании небольшого избытка (0,1 экв.) *трет-*бутиллития при -78°C в среде тетрагидрофурана. В присутствии N,N,N',N'-тетраметилэтилендиамина реакцию с *n*-бутиллитием можно проводить при 0°C [161].



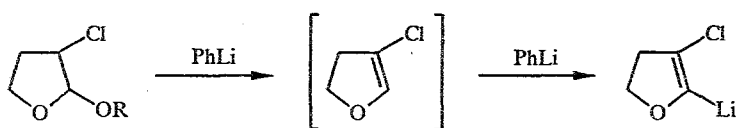
Однако, по данным работы [156], при выдерживании продукта металлирования 2,3-дигидрофурана *n*-бутиллитием 24 ч при 25 °С протекают побочные процессы, так как в продуктах последующего силилирования кроме силильного производного 2,3-дигидрофурана обнаружен дисилилкетен. Авторы [156] считают, что в молекуле 5-(2,3-дигидрофурил)лития происходит раскрытие цикла с отщеплением этилена и затем образование алкинолята лития.



2,2-Диметил-2,3-дигидрофуран [165] и 4-хлор-2,3-дигидрофуран [167] реагирует соответственно с *трет*-бутиллитием в пентане и *n*-бутиллитием в гексане при -78 °С и с высоким выходом образуют литиевые соединения. Аналогично 2,2-диметил-2,3-дигидрофуран реагирует с *трет*-бутиллитием в ТГФ при -20 °С за 30 мин [166].



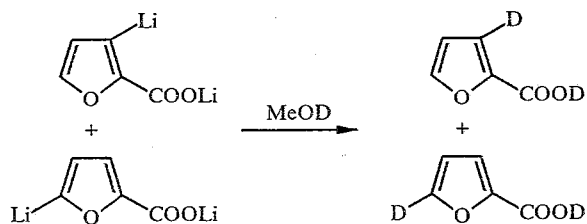
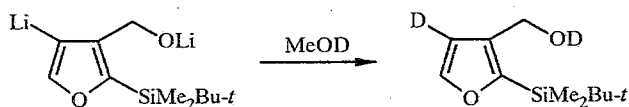
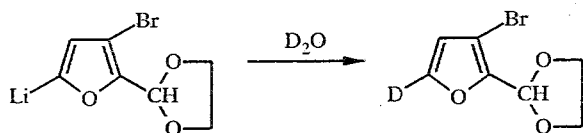
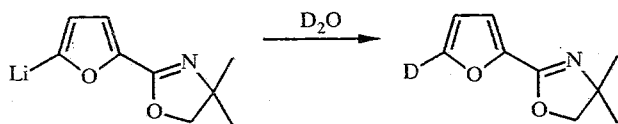
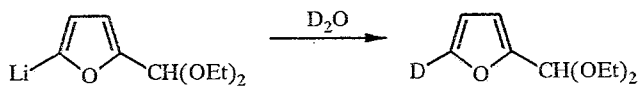
Кроме прямого металлирования двойной связи 2,3-дигидрофуранов для синтеза литиевых производных использовалось деалкоксилирование 2-алкокси-3-хлортетрагидрофуранов с помощью фениллития [168].



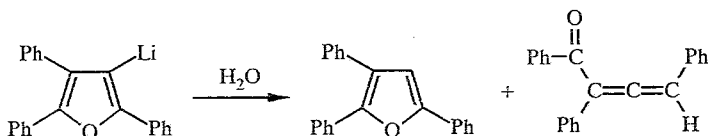
1.2. Химические свойства

Литийорганические производные фурана — высокореакционноспособные вещества, вступающие в реакции с самыми различными электрофилами (вода, спирты, CO₂, альдегиды, кетоны, кислоты, сложные эфиры, нитрилы, галогеналканы, галогенсиланы, -германы, -станнаны и т. д.). Как правило, указанные процессы протекают легко и с высоким выходом.

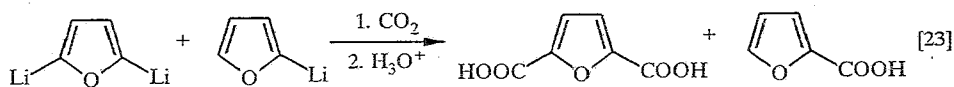
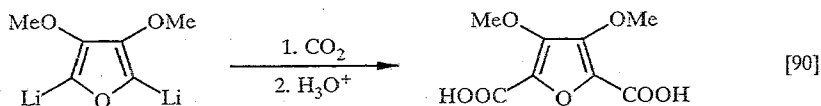
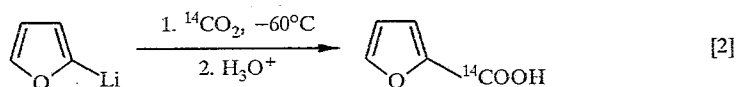
Литиевые производные легко разлагаются водой [49, 50, 55, 59, 78, 79, 85, 130, 131, 136], и взаимодействие с дейтерированной водой, а также дейтерометанолом CH₃OD [61, 62, 85] широко используется для установления направления реакции металлирования фурановых соединений. По положению атома дейтерия в кольце, определяемому с помощью ЯМР-спектроскопии, можно судить о строении исходного фуриллития.

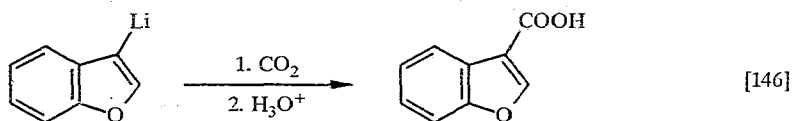


Иногда взаимодействие с водой сопровождается побочными процессами. Например, 3-(2,4,5-трифенил)фуриллитий в реакции с водой дает не только 2,3,5-трифенилфуран, но и аллен — продукт раскрытия цикла, а их соотношение зависит от растворителя и температуры. В бензоле при комнатной температуре образуется в основном аллен (60%) и только 30% трифенилфурана, в эфире — фурановое соединение и лишь следы аллена (5%) [130].

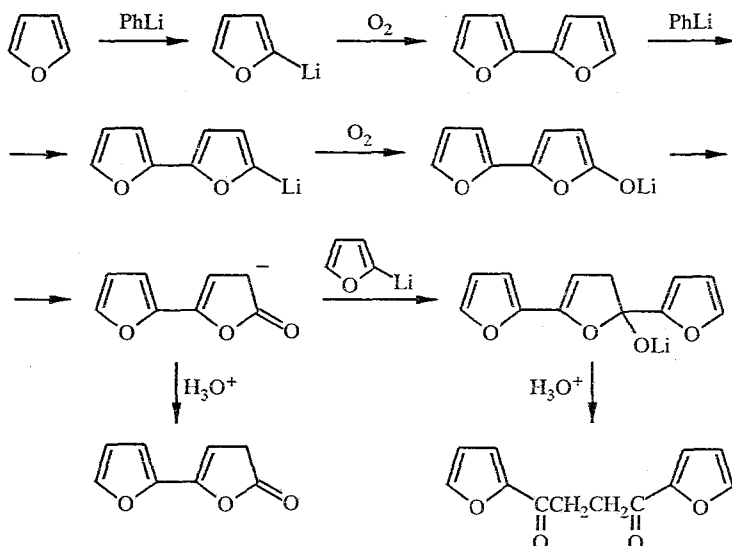


Очень часто в качестве индикаторной группы используется и карбонильная группа, которая легко вводится реакцией с углекислым газом [1, 2, 23, 57, 62, 90, 98—102, 105, 110, 113, 121, 131, 135, 137, 138, 141, 146, 151, 169, 170].

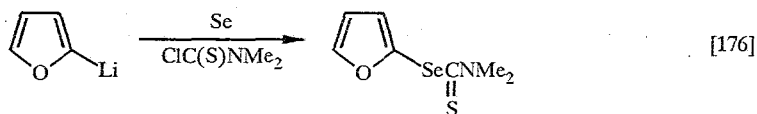
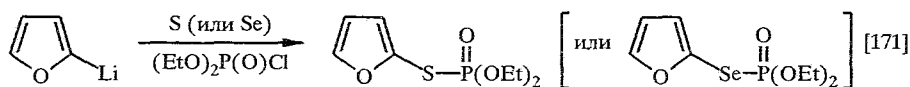
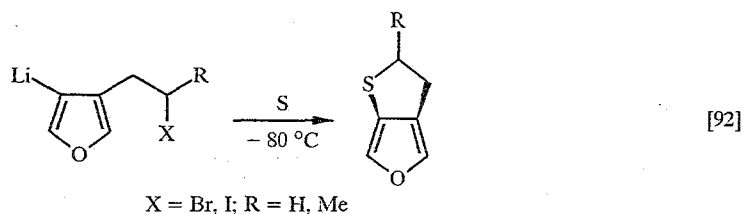
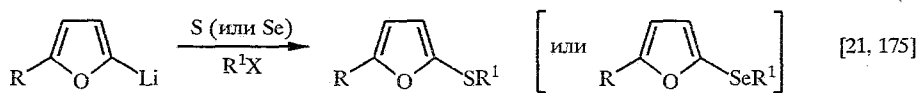




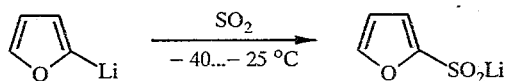
Предприняты попытки провести окисление 2-фуриллития кислородом [26, 27, 32] и гидроперекисью третбутила [32], однако отмечалось очень сильное осмоление реакционной смеси [32]. Лишь в работах [26, 27] удалось выделить 1,4-ди(2-фурил)бутан-1,4-дион (15%) и 5-(2-фурил)-2,3-дигидрофуран-2-он (13%), которые, вероятно, образуются по следующей схеме:



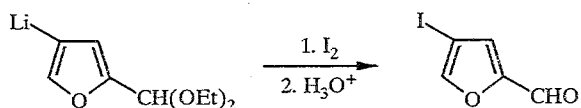
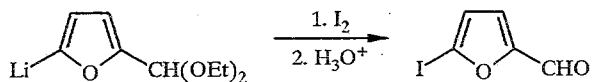
Незамещенные и замещенные производные фуриллития при взаимодействии с элементарной серой или селеном образуют меркаптиды [21, 37, 92, 171—174] и селениды соответственно [171, 175, 176], которые, обычно не выделяя из смеси, действием галоидалкила переводят в сульфиды; аналогично синтезированы фосфаты [37, 171], 2-фурилселенотиокарбамат [176].



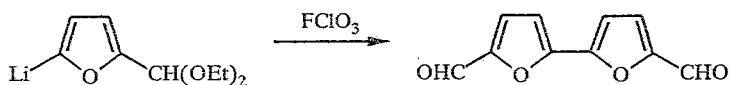
Взаимодействием 2-фуриллития и двуокиси серы с выходом 48% получен 2-фурилсульфинат лития [177—179].



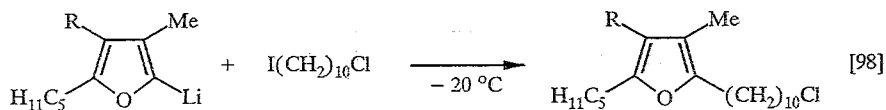
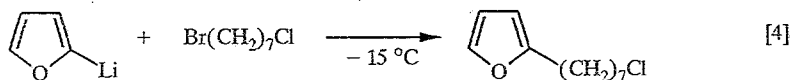
Реакции литиевых производных фурана с галогенами не имеют практического значения, весьма ограниченно используется реакция с йодом [51, 131].



Профторировать литиевое производное диэтилацетала фурфурола перхлорфторидом не удалось, так как образуется 5,5'-бисфурфуrol [51].



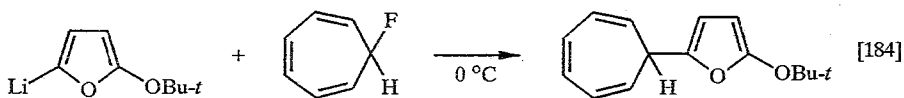
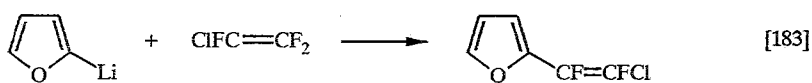
Достаточно широко изучены реакции литиевых соединений с алкилгалогенидами [1, 3, 4, 25, 30, 34, 38, 46, 57, 59, 61, 62, 64—66, 78, 90, 98, 146, 155, 157, 161—163, 167, 180—182]. Наиболее активны алкилйодиды. Алкилбромиды и особенно алкилхлориды значительно менее реакционноспособны.



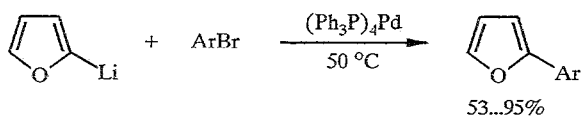
R = H, Me

Аллилбромиды [3, 34] и бензилбромиды [34, 38, 161, 181] с более подвижным, чем в алкилбромиде, атомом брома реагируют с литиевыми субстратами в мягких условиях с достаточно высоким выходом продуктов (60...80%).

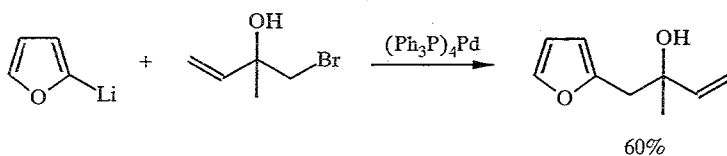
В некоторых соединениях очень активным к действию производных 2-фуриллития оказался атом фтора [75, 183, 184].



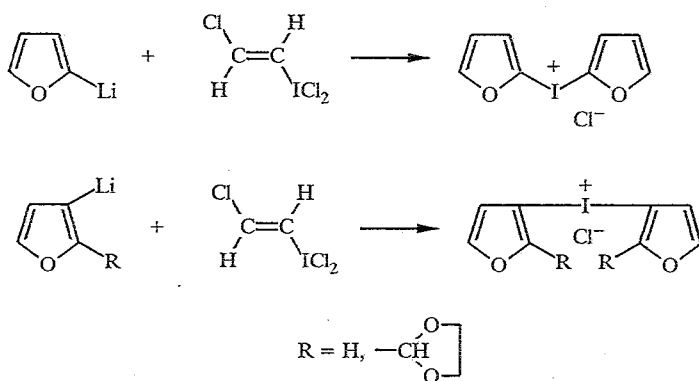
Ряд арилбромидов [185], алкенилбромидов [186], а также изопренбромгидрин [187] оказались неактивными в реакциях с 2-фуриллитием. Провести реакцию сочетания этих субстратов удалось при воздействии катализатора — фосфинового комплекса палладия $(\text{Ph}_3\text{P})_4\text{Pd}$ [188, 189].



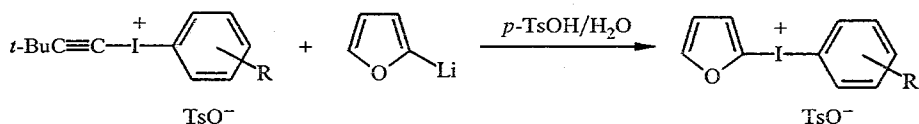
Ar = Ph, 4-MeC₆H₄, 3-MeC₆H₄, 4-MeOC₆H₄, 3-MeOC₆H₄, 2,4-(MeO)₂C₆H₃, 4-O₂NC₆H₄



Для получения йодониевых солей фурана были использованы реакции 2- и 3-фуриллития с *транс*-хлорвинилйодозодихлоридом [111, 127, 190]. По данным работы [111], выход хлоридов ди(2-фурил)- и ди(3-фурил)йодония составляет 35 и 54% соответственно.

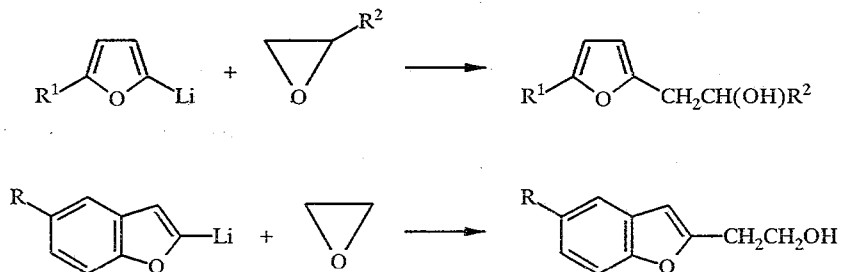


Несимметричные фурилсодержащие йодониевые соединения получены замещением этинильной группы тозилатов арил(*трет*-бутилэтинил)йодония и фенил(фенилэтинил)йодония на фурильную действием 2-фуриллития [191]. Однако выход продуктов этой реакции невелик (21...32%).



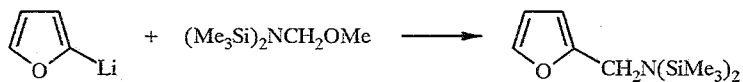
R = 2-Me, 3-Me, 4-Me, 2-F

2-Фуриллитий [9, 10, 17, 34], его 5-замещенные [10, 15, 34, 40, 45, 192] и производные 2-бензофуриллития [193] легко раскрывают эпоксидный цикл оксиранов.

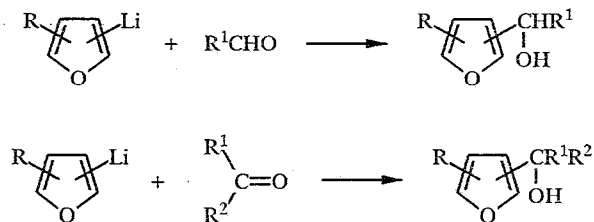


Эти реакции удобны для синтеза фурилэтиловых спиртов, которые, в свою очередь, используются для получения ацетильных производных [9, 45], тетрагидропирановых эфиров [34], фосфонатов и фосфатов [17].

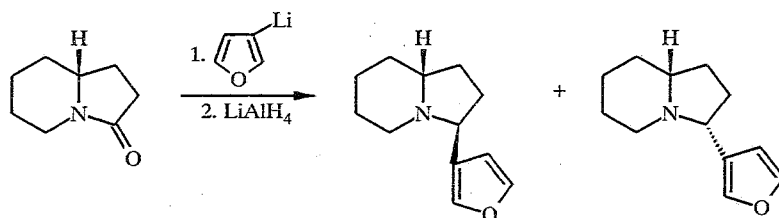
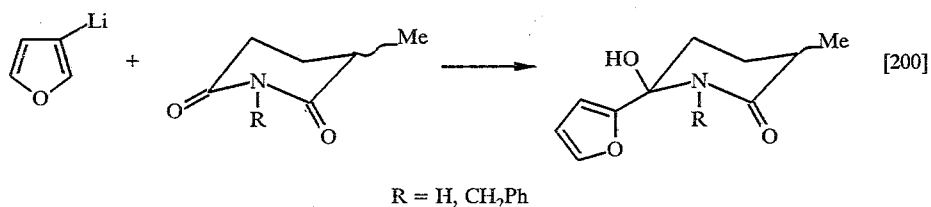
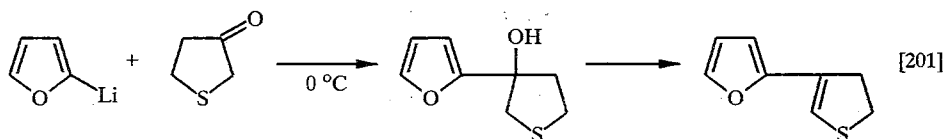
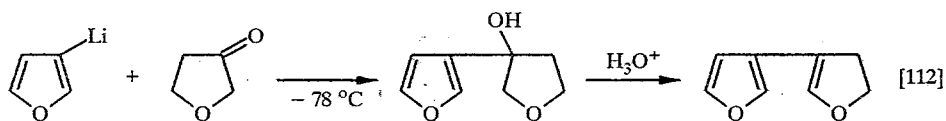
2-Фуриллитий в присутствии MgBr_2 при комнатной температуре расщепляет связь C—O N,N-бис(триметилсилил)метоксиметиламина [194].



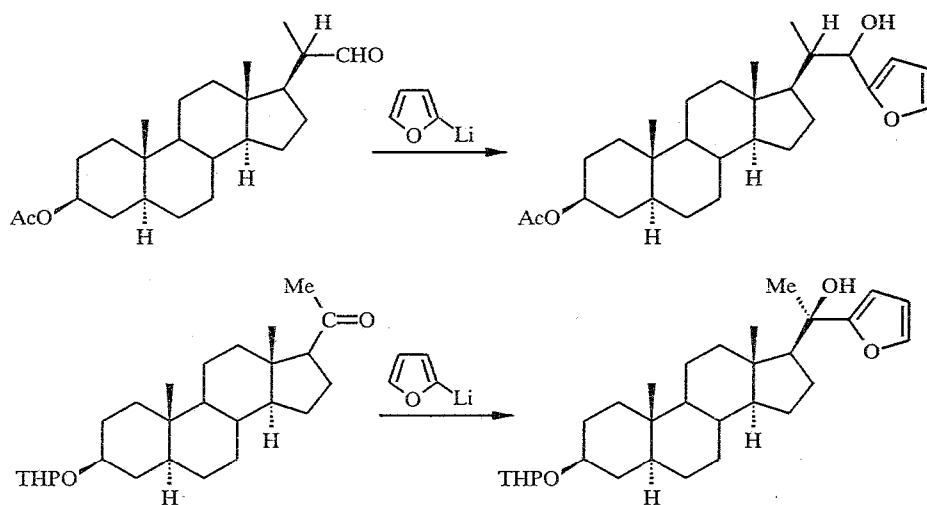
Взаимодействие литиевых производных фурана с карбонилсодержащими соединениями — альдегидами и кетонами — наиболее широко изучено и является простым и удобным методом получения фурфуриловых спиртов [1, 3, 5—8, 11, 33, 41, 43, 44, 51, 59, 64, 76, 78, 83, 107—109, 112, 115—118, 122, 125, 126, 129, 165, 195—205].



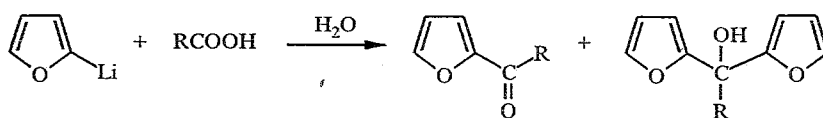
Реакцией литиевых соединений фурана с гетероциклическими кетонами синтезированы некоторые бигетероциклы [112, 195, 200, 201].



Очень широко фуриллитиевые соединения используются при получении фурилсодержащих стероидов, а последующие трансформации фуранового цикла позволяют получить самые разнообразные биологически активные соединения этого класса [7, 117, 118, 155, 196].

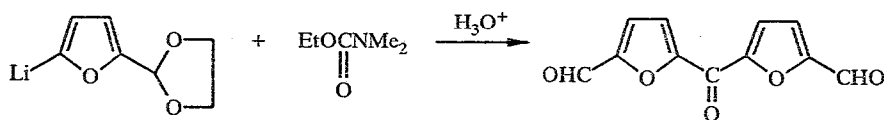
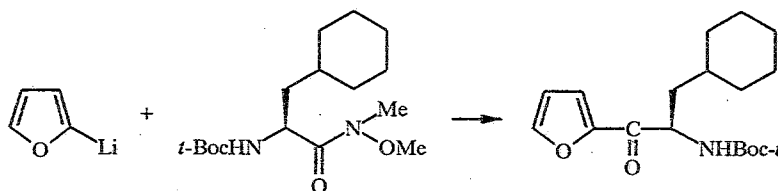
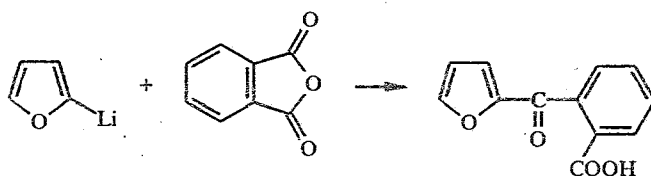
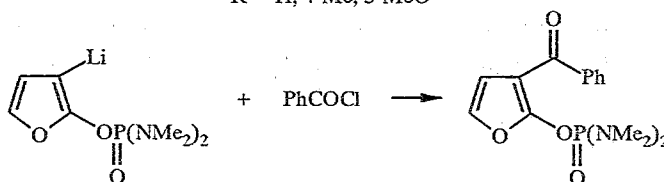
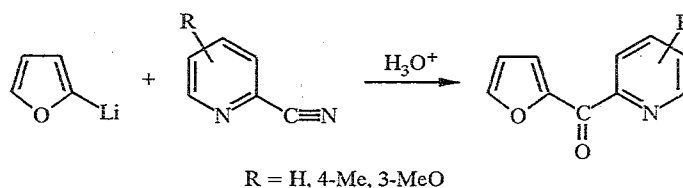
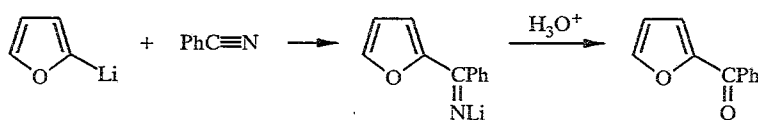


Исследованы реакции литиевых соединений фурана с карбоновыми кислотами и некоторыми их производными [1, 64, 123, 124, 206—214]. Удобным методом получения α -фурилкетонов в некислотных условиях является конденсация 2-фуриллития с кислотами и последующей обработкой реакционной смеси водой. Однако следует отметить, что выход кетонов несколько понижен вследствие образования дифурилкарбинолов [206].

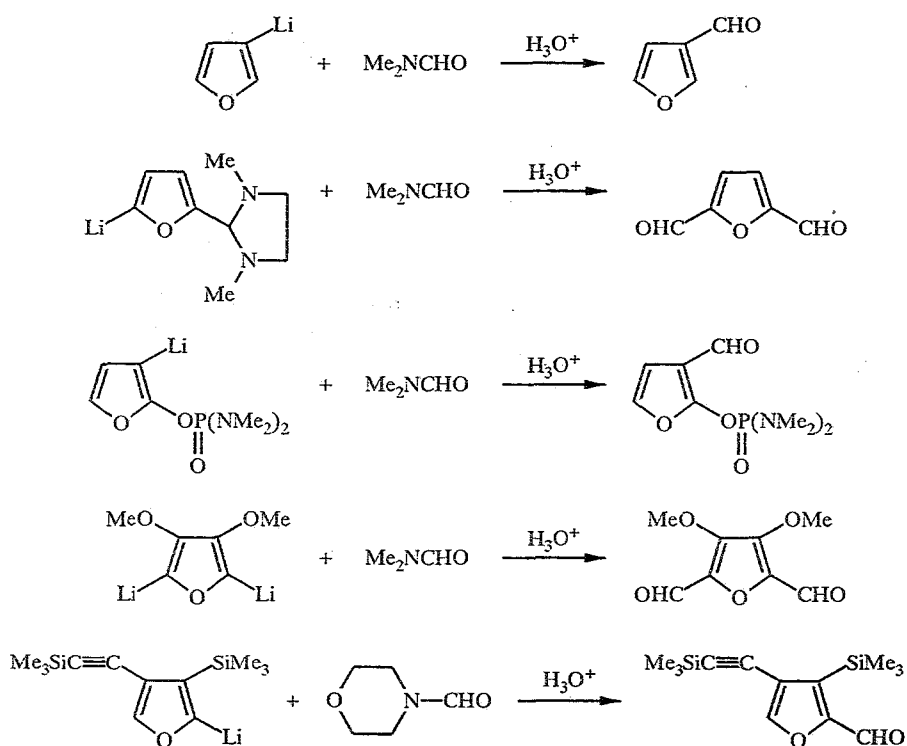


R = Me, Et, *i*-Pr, *t*-Bu, Ph

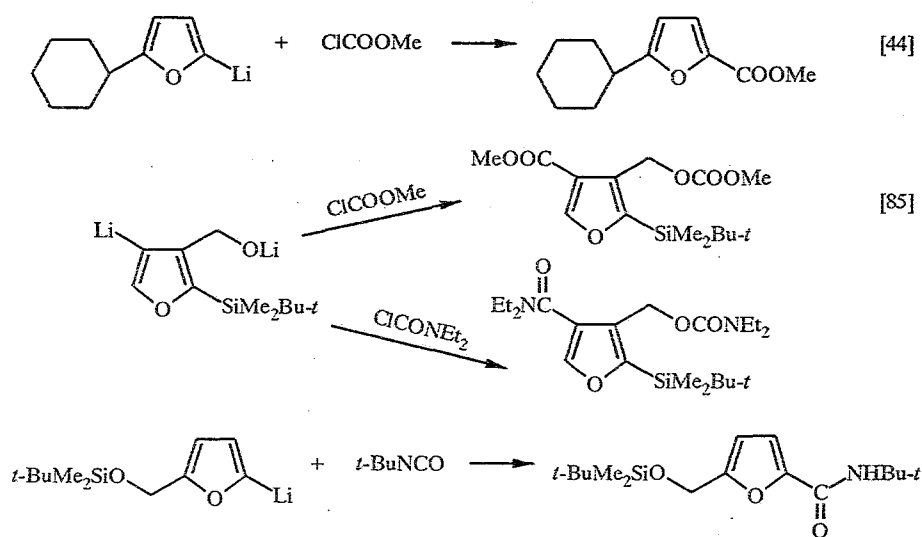
α -Фурилкетоны могут быть получены также при взаимодействии литиевых производных с нитрилами [1, 207—211], хлорангидридами кислот [64], фталевым ангидридом [214], амидами [212], а дифурилкетоны — в реакции с карбаматами [123, 124].



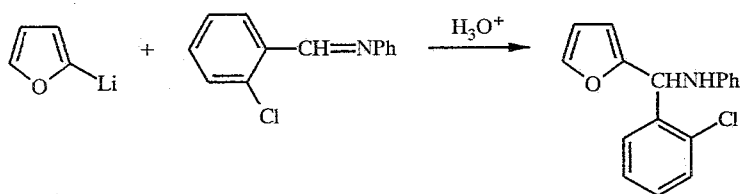
Наиболее просто осуществить формилирование кольца фурана можно по реакции литиевых производных с диметилформамидом [57, 64, 90, 103, 105, 113, 114, 131, 132, 135, 138, 147] или 4-формилморфолином [91].



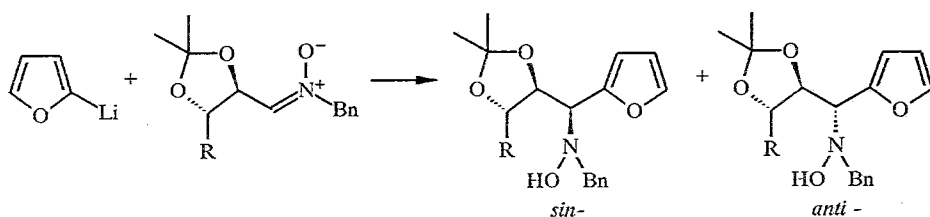
Выход фурфуральдегидов по этому методу составляет 60...80%. Метилловые эфиры фурфуркарбоновых кислот получены при обработке литиевых продуктов метилхлорформиатом [44, 85], а амиды — диэтиламидом хлормуравьиной кислоты [85] или *трет*-бутилизоцианатом [46].



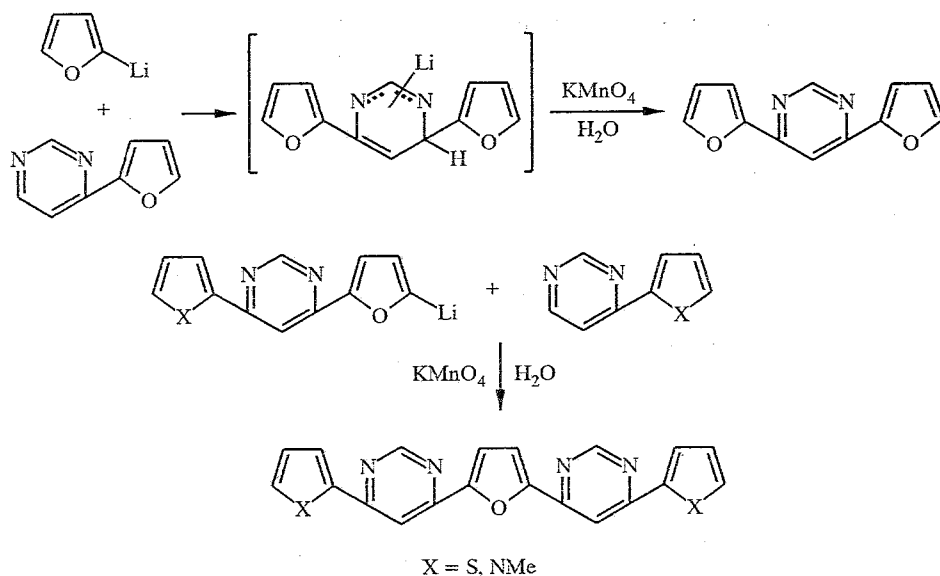
В литературе есть данные о получении фурфуриламинов исходя из оснований Шиффа [14]. 2-Фуриллитий реагирует по двойной C=N связи N-(*о*-хлорбензилиден)анилина с образованием N-(*о*-хлорфенилфурфуриметил)анилина.



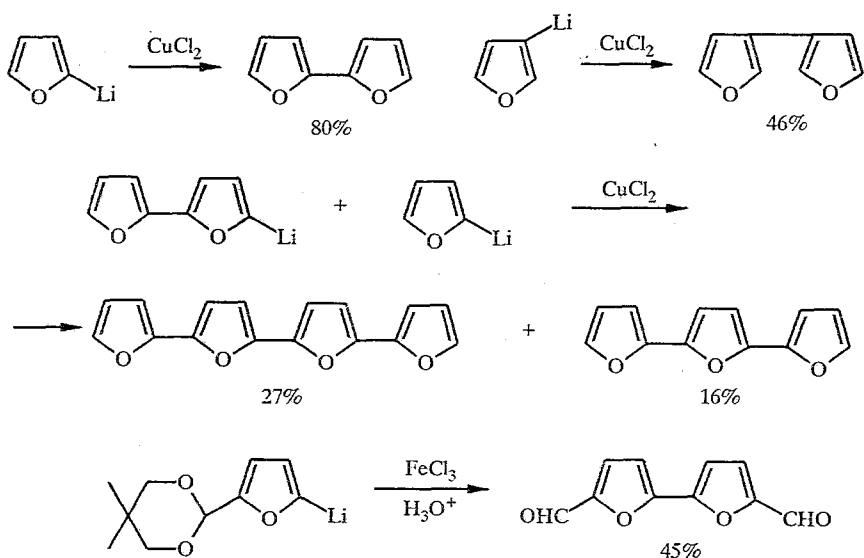
При взаимодействии N-бензилнитронов с 2-фуриллитием получены β -алкокси- α -гидроксиламино-2-алкилфураны с высоким выходом и *син*-селективностью. Аналогичная реакция в присутствии Et_2AlCl протекает с высокой *анти*-селективностью [215].



Для синтеза полигетероциклических систем была использована реакция 2-фуриллития с производными пиридина [216].

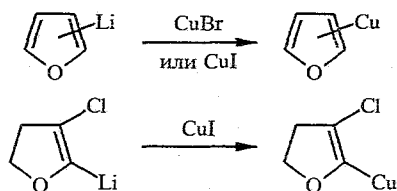


Би-, три- и тетрафураны можно также получить путем окислительного сочетания металлоорганических производных под действием хлоридов меди [12], железа [51, 217], никеля и кобальта [51]. Аналогичное сочетание отмечалось выше [51] при действии перхлорфторида на 5-литий-2-диэтоксиметилфуран.

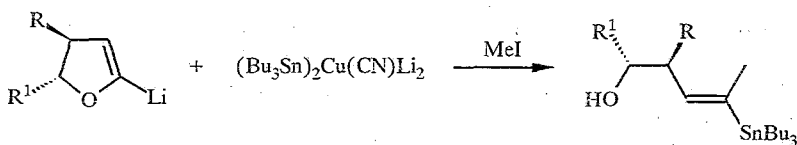


С большим успехом литийорганические производные фурана используются не только в органическом синтезе, но и при получении металло- и элементоорганических соединений меди, кадмия, бора, алюминия, кремния, германия, олова, циркония, фосфора, серы, никеля, иридия.

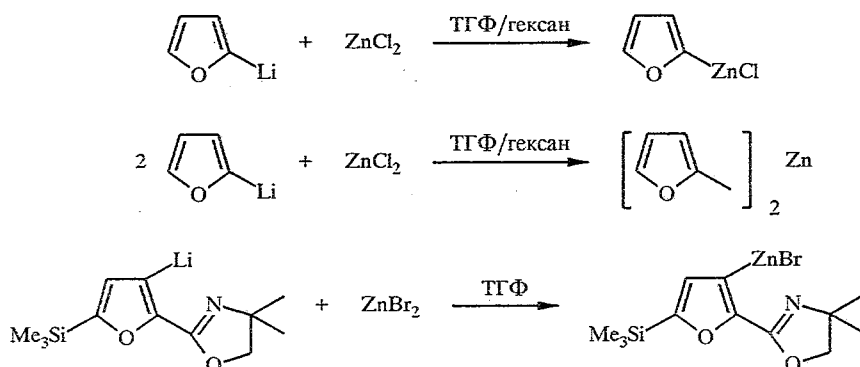
2- [218—221] и 3-Фурилмедь [218, 222], а также 5-(4-хлор-2,3-дигидрофурил)медь [223] были получены из соответствующих литиевых производных и бромида или йодида меди в интервале температур $-70...0$ °С.



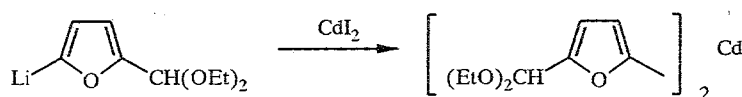
Литийди(2-фурил)купрат образуется при обработке суспензии комплекса бромида меди с диметилсульфидом в тетрагидрофуране 2-фуриллитием [5]. Аналогичным образом или действием 3-фуриллития на йодид меди в эфире при -78 °С [224] можно получить литийди(3-фурил)купрат. Однако в некоторых реакциях, например, с рядом оксиранов большую реакционную способность проявил не литийди(3-фурил)купрат, а его комплексы с двумя эквивалентами 3-фуриллития состава $(3\text{-фурил})_4\text{CuLi}_3$ и $(3\text{-фурил})_4\text{CuLi}_3 \cdot \text{Me}_2\text{S}$ [225, 226]. Купраты, содержащие цианогруппу $(5\text{-R-}2\text{-фурил})_2\text{Cu}(\text{CN})\text{Li}_2$ ($\text{R} = \text{H}$ [227, 228], $\text{R} = \text{Me}_3\text{Si}$ [228]), синтезированы по реакции цианистой меди с двумя эквивалентами 2-фуриллития [227, 228]. При взаимодействии литиевых производных 2,3-дигидрофурана с различными цианокупратами получены продукты раскрытия дигидрофуранового цикла [164, 229].



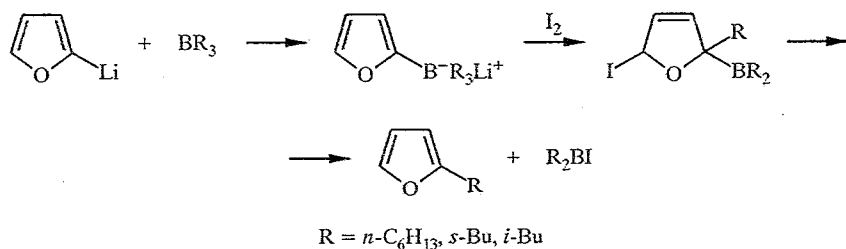
Без достаточных подробностей приводятся методы получения фурилцин-кгалогенидов [54, 230, 231] и ди(2-фурил)цинка [232]. Их синтез осуществлен обработкой литиевых производных фурана хлоридом или бромидом цинка.



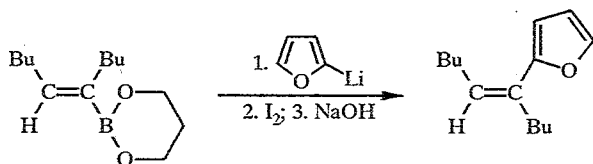
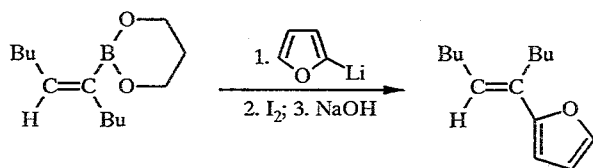
Попытки получить ацилфуруролы из 5-литий-2-диэтоксиметилфурана при действии хлорангидридов кислот не дали положительных результатов [51]. Если же литиевое производное предварительно обработать эфирным раствором йодида кадмия, то образуется кадмийорганическое соединение, которое легко и с высоким выходом ацилируется.



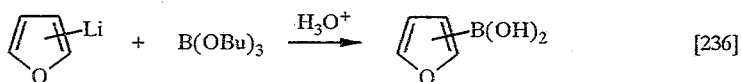
Литийорганические соединения нашли применение в синтезе органических производных бора, которые, в свою очередь, используются в дальнейших химических превращениях [119, 233—239]. Исследована реакция 2-фуриллития с триалкилборанами [233, 234]. Образующиеся алкилборатные ат-комплексы достаточно стабильны при температурах ниже 0 °С. Они легко взаимодействуют с йодом с образованием алкилфуранов. Выход продуктов по этому методу превышает 90%.



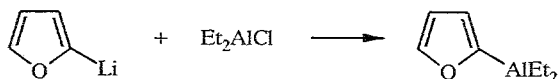
Для стереоспецифичного синтеза тризамещенных алкенов использованы ат-комплексы *E*- и *Z*-5-(децен-5-ил)-1,3,2-диоксаборинанов с 2-фуриллитием. Йодированием этих комплексов в метаноле при -78 °С и последующим дейодоборированием щелочью получены 2-фурилдецены с высоким выходом (78...80%) и стереохимической чистотой [235].



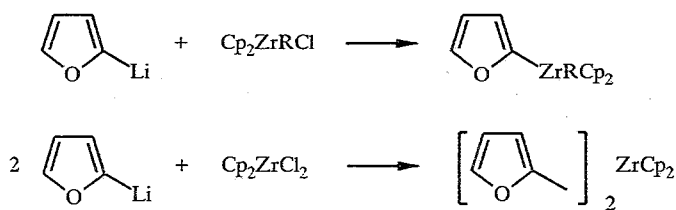
С триэтил- [119] и бутилборатами [236, 237], а также оптически активными боронатами [238] литиевые производные фурана реагируют с расщеплением связи В—О и образованием боронатов и боринатов соответственно.



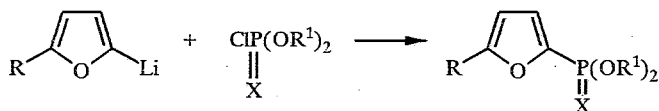
Есть данные о получении диэтил(2-фурил)алюминия из 2-фуриллития и диэтилалюминийхлорида [240].



Из элементоорганических производных IV Б группы наиболее широко изучены реакции хлорсиланов с литийорганическими соединениями. Силилирование литийфуранов триметилхлорсиланом, наряду с дейтерированием с помощью D₂O и карбонилированием углекислым газом, позволяет определить направление реакции металлирования [52—54, 57, 59—62, 64, 71—73, 76, 80, 89, 128, 148, 149, 152—154] по положению триметилсилильной группы в цикле.

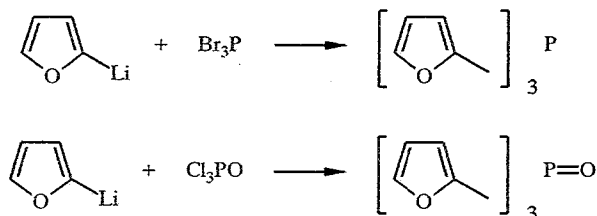


Ряд соединений фосфора также синтезированы по реакции 5-замещенных 2-литийфуранов с различными хлорпроизводными фосфора [17, 20, 258, 259].

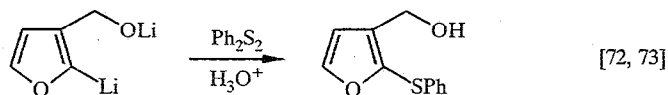
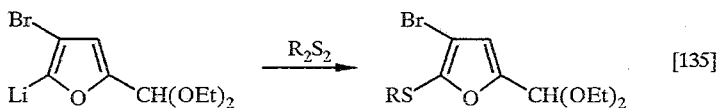


R = H, Me [20, 258], R₃Si [17]; R¹ = Me, Et; X = O, S

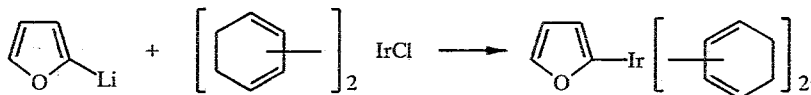
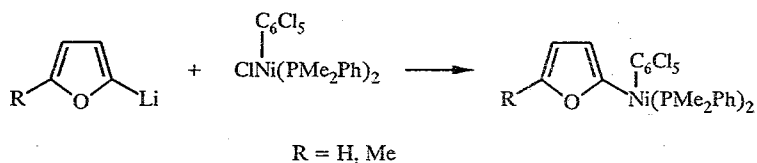
По данным работы [20], кроме замещения атома хлора наблюдалось замещение одной или двух алкоксигрупп. Три(2-фурил)фосфин получен по реакции 2-фуриллития с трехбромистым фосфором, а его оксид — в реакции с Cl₃PO [259].



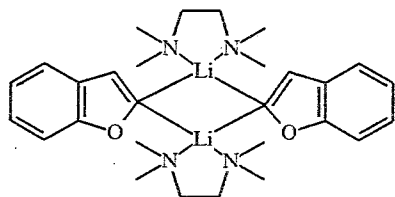
Как уже отмечалось выше, некоторые серосодержащие фурановые соединения легко образуются при действии серы или сернистого ангидрида на литиевые производные фурана. Фурилалкил- [36, 57, 102, 114, 135] и фурилфенилсульфиды [64, 72, 73] можно также получить из диалкил- и дифенилдисульфидов.



Соединения со связью C_{фурил}—Ni и C_{фурил}—Ir синтезированы из *транс*-хлор(пентахлорфенил)бис(диметилфенилфосфин)никеля [260] и хлор[бис(η⁴-циклогекса-1,3-диен)иридия] [261] при 0 °С с выходом соответственно 58 и 50% по следующим схемам:



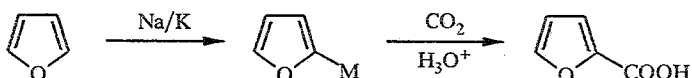
Исследования физико-химических свойств фурановых производных лития из-за их высокой реакционной способности весьма ограничены. Молекулярная структура тетраметилэтилендиаминового комплекса 2-бензофуриллития исследована методом рентгеноструктурного анализа. В кристаллическом состоянии комплекс димерен, два бензофурильных кольца связаны с двумя атомами лития, а тетраметилэтилендиамин является лигандом у атомов металла. Угол, образованный бензофурильными кольцами и вектором Li—Li, значителен ($39,1^\circ$), что приводит к короткому Li—O расстоянию (2,09 Å). Длина Li—C связей составляет 2,39 и 2,23 Å [262].



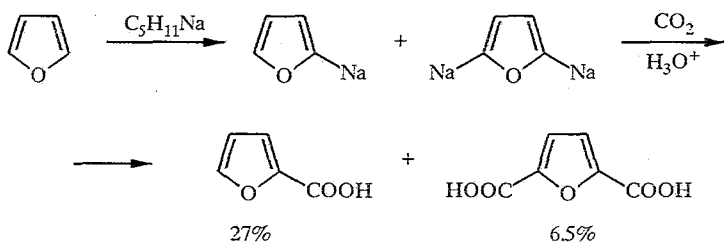
2. ФУРАНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ НАТРИЯ, КАЛИЯ И МЕДИ

Если методы синтеза литийорганических соединений фурана хорошо изучены и широко используются в лабораторной практике, то металлоорганические производные других элементов I группы со связью C_{фурил}—M исследованы в меньшей степени.

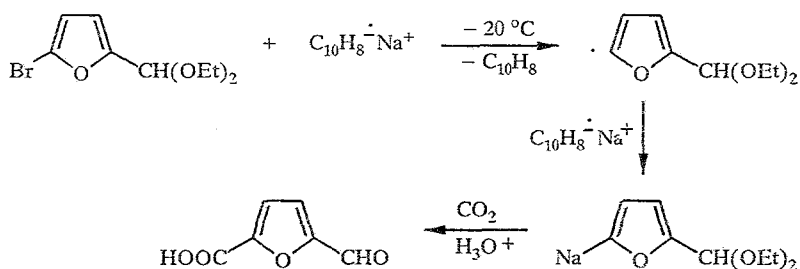
Натрий и калий оказались совершенно неактивными по отношению к фурану, метилфурану [263], хлор- и бромфурану [264], однако с жидким натриево-калиевым сплавом [263] фуран образует 2-фурилнатрий и 2-фурилкалий.



Фуран металлируется также этил-, фенил- и трифенилнатрием, однако выход 2-фуранкарбоновой кислоты, полученной в реакции 2-фурилнатрия с углекислым газом, невелик 15...58% [263]. При взаимодействии фурана с пентилнатрием кроме моонатриевого производного образуется и незначительное количество 2,5-динатрийфурана [265].

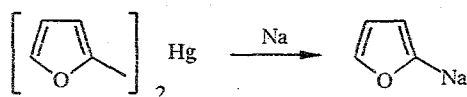


5-Натрий-2-диэтоксиметилфуран образуется в результате взаимодействия 5-бром-2-диэтоксиметилфурана с нафталиннатрием при -20°C в тетрагидрофуране. Поскольку нафталиннатрий может дать лишь один электрон, находящийся на нижней антисвязывающей π -орбитали, то реакция, по мнению авторов, протекает через два одноэлектронных переноса [266].

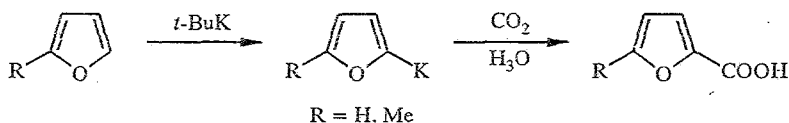


Натриевое производное образуется при действии на исходный 5-бром-2-диэтоксиметилфуран фенолнатрия, однако эта реакция осложняется побочными процессами.

2-Фурилнатрий получен также переметаллированием ди(2-фурил)ртути металлическим натрием [263].

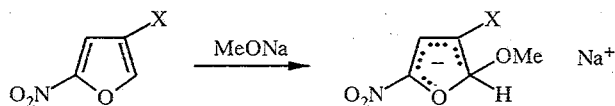


Металлирование фурана и сивлана *трет*-бутилкалием происходит при -75 и -60°C [267]. Однако выход 2-фурилкалия и 5-метил-2-фурилкалия, судя по выходу соответствующих фуранкарбоновых кислот (17...28%), невелик.



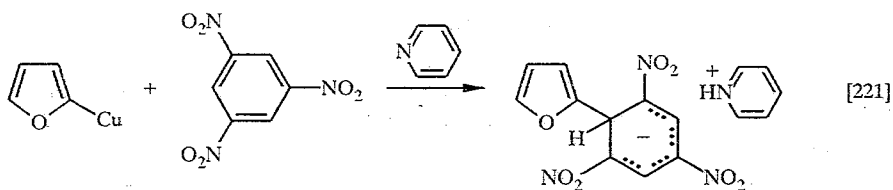
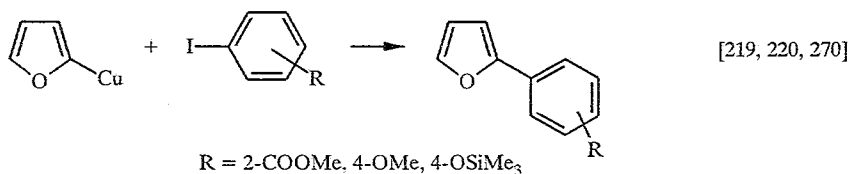
Дикалиевое производное фурана, как уже отмечалось выше [103], возможно, образуется из 2,5-дилитийфурана под действием *трет*-бутилата калия.

С помощью ЯМР спектроскопии изучено взаимодействие 2-нитрофурана и его производных [268, 269] с метилатом натрия в метаноле при 25°C . Образующиеся продукты Мейзенгеймера имеют следующее строение:

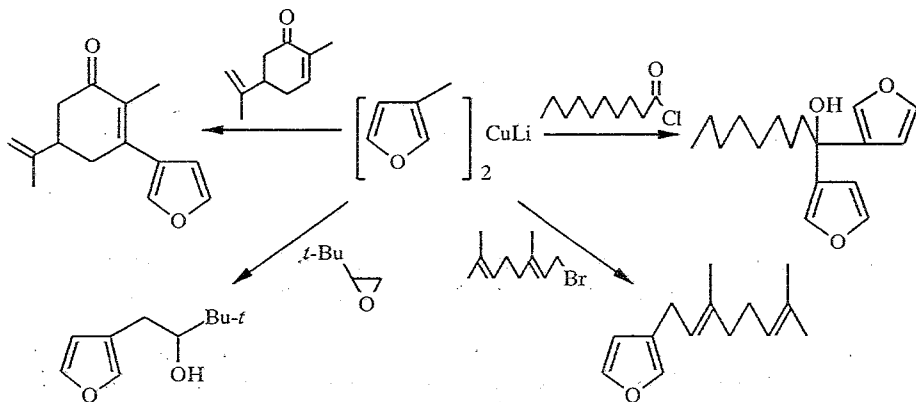
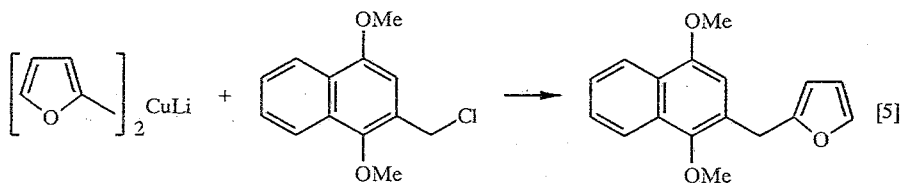


Синтез медьорганических производных фурана со связью С_{фурил}—медь [5, 218—228] был рассмотрен ранее при анализе химических превращений литийорганических соединений и в данном разделе будут обобщены лишь химические свойства.

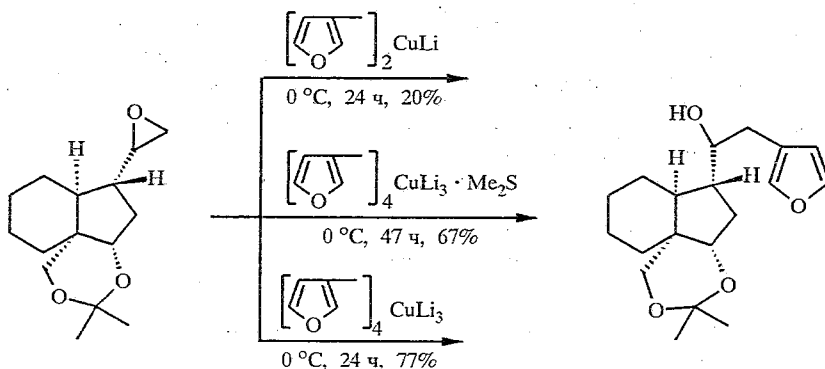
2- и 3-Фурилмедь легко реагирует с йодалкинами [218, 222], арилйодидами [219, 220, 270], а с 1,3,5-тринитробензолом 2-фурилмедь в пиридине при -10...0 °С образует соль Мейзенгеймера [221].



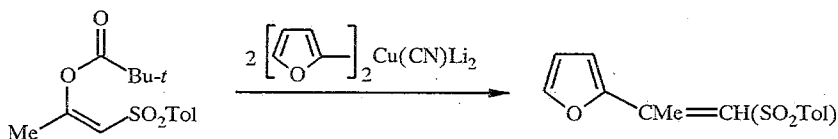
Вступают в реакции с электрофилами литийди(2-фурил)- [5] и литийди(3-фурил)купраты [224, 271, 272].



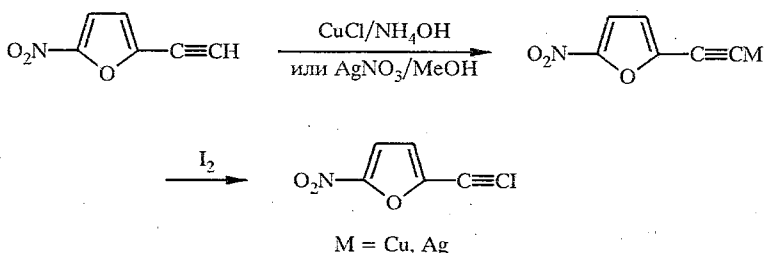
В реакциях с некоторыми оксиранами большей реакционной способностью по сравнению с литийди(3-фурил)купратом обладают его комплексы с 3-фуриллитием и диметилсульфидом [225, 226].



Дилитийди(2-фурил)цианокупрат реагирует с виниловыми эфирами кислот, содержащих в винильной группе сульфоновый заместитель. Расщепление С—О связи протекает за 10...30 мин при температуре -78°C в тетрагидрофуране. В результате реакции с выходом 62% образуется смесь *Z*- и *E*-винилсульфонов в соотношении 1 : 40 [227].



Кроме рассмотренных соединений со связью $\text{C}_{\text{фурил}}-\text{Cu}$ получены и такие производные, в которых металл не связан непосредственно с фурановым циклом. 2-Этинил-5-нитрофуран реагирует с аммиачным раствором хлорида меди с образованием соответствующего фурилацетиленида. Аналогично действием раствора нитрата серебра в метаноле синтезирован фурилацетиленид серебра. При обработке ацетиленидов йодом получены соответствующие йодиды [273].



Другие исследованные металлоорганические производные элементов I группы представляют собой алкоколяты фурфуриловых спиртов [274, 275] или соли фуранкарбоновых кислот [276—279]. Соединения получены традиционными методами синтеза, использовались в дальнейших превращениях [274—277], а соли рубидия [278, 279] исследованы методом рентгеноструктурного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ramanathan V., Levine R. // J. Org. Chem. — 1962. — Vol. 27. — P. 1216.
2. Gensler W. J., McLeod G. L. // J. Org. Chem. — 1963. — Vol. 28. — P. 3194.
3. Ly N. D., Schlosser M. // Helv. Chim. Acta. — 1977. — Vol. 60. — P. 2085.
4. Bohlmann F., Stöhr F., Staffeldt J. // Chem. Ber. — 1978. — Bd 111. — S. 3146.
5. Kraus G. A., Hagen M. D. // J. Org. Chem. — 1983. — Vol. 48. — P. 3265.
6. Georgiadis M. P., Couladouros E. A., Polissiou M. G., Filippakis S. E., Mentzafos D., Terzis A. // J. Org. Chem. — 1982. — Vol. 47. — P. 3054.
7. Piancatelli G., Scettri A. // Tetrahedron. — 1977. — Vol. 33. — P. 69.
8. Georgiadis M. P., Couladouros E. A. // J. Org. Chem. — 1986. — Vol. 51. — P. 2725.
9. Jones T. H., Highef R. J., Don A. W., Blum M. S. // J. Org. Chem. — 1986. — Vol. 51. — P. 2712.
10. Ан В. В., Скворцова Г. Г., Ан Л. М. // ХГС. — 1971. — № 12. — С. 1593.
11. Kress T. H., Leanna M. R. // Synthesis. — 1988. — N 10. — P. 803.
12. Screttas C. G., Steele B. R. // J. Org. Chem. — 1988. — Vol. 53. — P. 5151.
13. Kauffman T., Lexy H. // Chem. Ber. — 1981. — Bd 114. — S. 3667.
14. Smith J. G., Ho I. // J. Org. Chem. — 1972. — Vol. 37. — P. 4260.
15. Лукевиц Э. Я., Воронков М. Г. // ХГС. — 1965. — № 1. — С. 31.
16. Шолов Д. М., Дянков С. С., Наметкин Н. С. // ДАН. — 1965. — Т. 161. — С. 1106.
17. Thanes S. F., Edwards L. H., Jacobs T. N., Grube P. L., Pinkerton F. H. // J. Heterocycl. Chem. — 1972. — Vol. 9. — P. 1259.
18. Лукевиц Э., Пудова О. А., Ерчак Н. П. // ЖОХ. — 1980. — Т. 50. — С. 1348.
19. Pat. 3641037 US / D. E. Publitz // С. А. — 1972. — Vol. 76. — 141029.
20. Andreae S., Seeboth H. // Z. Chem. — 1979. — Bd 19. — S. 98.
21. Гольдфарб Я. Л., Данишевский Я. Л., Виноградова М. А. // ДАН. — 1963. — Т. 151. — С. 332.
22. Elson L. F., Hawkins D. R. // J. Label. Compd. Radiopharm. — 1978. — Vol. 14. — P. 799.
23. Chadwick D. J., Willbe C. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1977. — N 8. — P. 887.
24. Gilman H., Leeper R. W. // J. Org. Chem. — 1951. — Vol. 16. — P. 466.
25. Ravindranath V., Burka L. T., Boyd M. R. // J. Label. Compd. Radiopharm. — 1984. — Vol. 21. — P. 713.
26. Niwa E., Miyake M. // Chem. Ber. — 1969. — Bd 102. — S. 1443.
27. Niwa E., Miyake M. // Chem. Ber. — 1970. — Bd 103. — S. 997.
28. Braun D., Seelig E. // Chem. Ber. — 1964. — Bd 97. — S. 3098.
29. Kametani T., Nemoto H., Fukunoto K. // Heterocycles. — 1974. — Vol. 2. — P. 639.
30. Kametani T., Tsubuki M., Nemoto H. // Heterocycles. — 1979. — Vol. 12. — P. 791.
31. Лукевиц Э. Я., Воронков М. Г. // ХГС. — 1966. — № 3. — С. 328.
32. Chang H. S., Edward G. T. // Can. J. Chem. — 1963. — Vol. 41. — P. 1233.
33. Lefebvre Y. // Tetrah. Lett. — 1972. — N 2. — P. 133.
34. Arco M. J., Trammell M. H., White J. D. // J. Org. Chem. — 1976. — Vol. 41. — P. 2075.
35. Alvarez R., Gaudini A., Martinez R. // Makromol. Chem. Makromol. Chem. Phys. — 1982. — Vol. 183. — P. 2399.
36. Von Eugster C. H., Balmer M., Prewo R., Bieri J. H. // Helv. Chim. Acta. — 1981. — Vol. 64. — P. 2636.
37. Andreae S., Seeboth H. // Z. Chem. — 1979. — Bd 19. — S. 143.
38. Kametani T., Tsubuki M., Nemoto H. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1980. — N 3. — P. 759.
39. Kametani T., Tsubuki M., Nemoto H. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1981. — N 12. — P. 3077.
40. Cagniant P., Kirsch G., Cagniant D. // C. r. C. — 1977. — Т. 284. — P. 339.
41. Picul S., Raczk J., Ankner K., Jurczak J. // J. Amer. Chem. Soc. — 1987. — Vol. 109. — P. 3981.
42. Yamamoto M., Izukawa H., Saiki M., Yamada K. // J. Chem. Soc., Chem. Commun. — 1988. — N 8. — P. 560.
43. Jung M. E., Truc V. C. // Tetrah. Lett. — 1988. — Vol. 29. — P. 6059.
44. Jäggi F. J., Tsubuki M., Tsai T. Y. R., Wiesner K. // Heterocycles. — 1982. — Vol. 19. — P. 1839.
45. Schmidt U., Werner J. // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1986. — N 13. — P. 996.
46. Marshall J. A., Nelson D. J. // Tetrah. Lett. — 1988. — Vol. 29. — P. 741.
47. Анисимов А. В., Мурина Г. Н., Можаяева Л. В., Казеннова Н. Б., Викторова Е. А. // ХГС. — 1984. — № 6. — С. 744.
48. Лукевиц Э., Ерчак Н. П., Попелис Ю. Ю., Дипан И. В. // ЖОХ. — 1977. — Т. 47. — С. 802.
49. Chadwick D. J., Chambers J., Meakins G. D., Snowden R. L. // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1972. — N 12. — P. 742.
50. Chadwick D. J., Chambers J., Hodgson P. K. G., Meakins G. D., Snowden R. L. // J. Chem. Soc., Perkin I. — 1974. — N 10. — P. 1141.
51. Тертов Б. А., Назарова З. Н., Габараева Ю. А., Шибаева Н. В. // ЖОРХ. — 1971. — Т. 7. — С. 1062.

52. Wang Z.-Q., Zhou W.-S., Chen Y., Wy Y.-H., Zhu Z.-Y. // *Synth. Commun.* — 1989. — Vol. 19. — P. 3267.
53. Ribéreau P., Nevers G., Quéguiner G., Pastour P. // *C. r. C.* — 1975. — T. 280. — P. 293.
54. Ennis D. S., Gilchrist T. L. // *Tetrahedron.* — 1990. — Vol. 46. — P. 2623.
55. Lenoir J.-Y., Ribéreau P., Quéguiner G. // *J. Chem. Soc., Perkin I.* — 1994. — N 20. — P. 2943.
56. Barcock R. A., Chadwick D. J., Storr R. C., Fuller L. S., Young J. H. // *Tetrah. Lett.* — 1994. — Vol. 50. — P. 4149.
57. Carpenter A. J., Chadwick D. J. // *Tetrahedron.* — 1985. — Vol. 41. — P. 3803.
58. Ager D. J. // *J. Chem. Res., Synop.* — 1985. — N 8. — P. 237.
59. Ager D. J. // *Tetrah. Lett.* — 1983. — Vol. 24. — P. 5441.
60. Denat F., Gaspard-Iloughmane H., Dubac J. // *Synthesis.* — 1992. — N 10. — P. 954.
61. Ribéreau P., Quéguiner G. // *Tetrahedron.* — 1983. — Vol. 39. — P. 3593.
62. Carpenter A. J., Chadwick D. J. // *Tetrah. Lett.* — 1985. — Vol. 26. — P. 1777.
63. Carpenter A. J., Chadwick D. J. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 4362.
64. Näsman J. H., Kopola N., Pensar G. // *Tetrah. Lett.* — 1986. — Vol. 27. — P. 1391.
65. Schmidt R. R., Hirsenkorn R. // *Tetrahedron.* — 1983. — Vol. 39. — P. 2043.
66. Meyers A. I., Spohn R. F. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 4872.
67. Taschner M. J., Kraus G. A. // *J. Org. Chem.* — 1978. — Vol. 43. — P. 4235.
68. Schlosser M., Ladenberger V. // *Chem. Ber.* — 1967. — Bd 100. — S. 3901.
69. Deuchert K., Hertenstein U., Hünig S. // *Synthesis.* — 1973. — N 12. — P. 777.
70. Fischer K., Hünig S. // *J. Org. Chem.* — 1987. — Vol. 52. — P. 564.
71. Lee G. C. M., Holmes J. M., Harcourt D. A., Garst M. E. // *J. Org. Chem.* — 1992. — Vol. 57. — P. 3126.
72. Katsumura S., Fujiwara S., Isoe S. // *Tetrah. Lett.* — 1985. — Vol. 26. — P. 5827.
73. Goldsmith D., Liotta D., Saindane M., Waykole L., Bowen P. // *Tetrah. Lett.* — 1983. — Vol. 24. — P. 5835.
74. Still W. C. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1978. — Vol. 100. — P. 1481.
75. Okano T., Ueda T., Ito K., Kodaira K., Hosokawa K., Maramatsu H. // *J. Fluorine Chem.* — 1986. — Vol. 31. — P. 451.
76. Kawada K., Katagawa O., Kobayashi Y. // *Chem. Pharm. Bull.* — 1985. — Vol. 33. — P. 3670.
77. Hartman G. D., Halczenko W. // *Tetrah. Lett.* — 1987. — Vol. 28. — P. 3241.
78. Knight D. W. // *Tetrah. Lett.* — 1979. — N 5. — P. 469.
79. Davies G. M., Davies P. S. // *Tetrah. Lett.* — 1972. — N 33. — P. 3507.
80. Kernan M. R., Faulkner D. J. // *J. Org. Chem.* — 1988. — Vol. 53. — P. 2773.
81. Hallberg A., Pedaja P. // *Tetrahedron.* — 1983. — Vol. 39. — P. 819.
82. Hoppmann A., Weyerstahl P. // *Tetrahedron.* — 1978. — Vol. 34. — P. 1723.
83. DeShong P., Ramesh S., Perez J. J., Bodish C. // *Tetrah. Lett.* — 1982. — Vol. 23. — P. 2243.
84. DeShong P., Lin M. T., Perez J. J. // *Tetrah. Lett.* — 1986. — Vol. 27. — P. 2091.
85. Bures E. J., Keay B. A. // *Tetrah. Lett.* — 1988. — Vol. 29. — P. 1247.
86. Spinazze P. G., Keay B. A. // *Tetrah. Lett.* — 1989. — Vol. 30. — P. 1765.
87. Cristoli W. A., Keay B. A. // *Tetrah. Lett.* — 1991. — Vol. 32. — P. 5881.
88. Keay B. A., Bontront J.-L. J. // *Can. J. Chem.* — 1991. — Vol. 69. — P. 1326.
89. Yu S., Keay B. A. // *J. Chem. Soc. Perkin I.* — 1991. — N 10. — P. 2600.
90. Von Iten P. X., Hofmann A. A., Eugster C. H. // *Helv. Chim. Acta.* — 1978. — Vol. 61. — P. 430.
91. Eberbach W., Fritz H., Laber N. // *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* — 1988. — Vol. 27. — P. 568.
92. Gorzynski M., Rewicki D. // *Lieb. Ann. Chem.* — 1986. — N 4. — S. 625.
93. Liotta D., Ott W. // *Synth. Commun.* — 1987. — Vol. 17. — P. 1655.
94. Lambert C., Hilbert M., Christiaens L., Dereu N. // *Synth. Commun.* — 1991. — Vol. 21. — P. 85.
95. Domínguez C., Csáky A. G., Plumet J. // *Tetrahedron.* — 1992. — Vol. 48. — P. 149.
96. Takano Y., Yasuda A., Urabe H., Kuwajima I. // *Tetrah. Lett.* — 1985. — Vol. 26. — P. 6225.
97. Tsuge O., Kanemasa S., Suga H. // *Bull. Chem. Soc. Japan.* — 1988. — Vol. 61. — P. 2133.
98. Rahn C. H., Sand D. M., Wedmid Y., Schlenk H., Krick T. P., Glass R. L. // *J. Org. Chem.* — 1979. — Vol. 44. — P. 3420.
99. Boyle P. H., Cocker W., McMurry T. B. H., Pratt A. C. // *J. Chem. Soc. C.* — 1967. — N 20. — P. 1993.
100. Григораш П. В., Лялин В. В., Алексеева Л. А., Ягупольский Л. М. // *ЖОрХ.* — 1978. — Т. 14. — С. 2623.
101. Burdon J., Chivers G. E., Tatlow J. C. // *J. Chem. Soc., C.* — 1970. — N 16. — P. 2146.
102. Carpenter A. J., Chadwick D. J. // *Tetrah. Lett.* — 1985. — Vol. 26. — P. 5335.
103. Feringa B. L., Hulst R., Rikers R., Brandsma L. // *Synthesis.* — 1988. — N 4. — P. 316.
104. Seitz D. E., Lee S.-H., Hanson R. N., Bottard J. C. // *Synth. Commun.* — 1983. — Vol. 13. — P. 121.
105. Zaluski M.-C., Robba M., Bonhomme M. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1970. — N 5. — P. 1838.

106. Gronowitz S., Holm B. // *Synth. Commun.* — 1974. — Vol. 4. — P. 63.
107. Drewes S. E., Grieco P. A., Huffman J. C. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 1309.
108. Hwang Y. C., Fowler F. W. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 2719.
109. Hartman G. D., Halczenko W., Phillips B. T. // *J. Org. Chem.* — 1986. — Vol. 51. — P. 142.
110. Fukuyama Y., Kawashima Y., Miwa T., Tokoroyama T. // *Synthesis.* — 1974. — N 6. — P. 443.
111. Gronowitz S., Holm B. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1977. — Vol. 14. — P. 281.
112. Wynberg H., van Reijendam J. W. // *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas.* — 1967. — Vol. 86. — P. 381.
113. Gronowitz S., Sorlin G. // *Acta Chem. Scand.* — 1961. — Vol. 15. — P. 1419.
114. Gronowitz S., Sorlin G. // *Arkiv Kemi.* — 1962. — Vol. 19. — P. 515.
115. Wrobel J. T., Galuszko K. // *Rocz. Chem.* — 1966. — Vol. 40. — P. 1005.
116. Noyce D. S., Pavez H. J. // *J. Org. Chem.* — 1972. — Vol. 37. — P. 2620.
117. Ripperger H., Schreiber K. // *Z. Chem.* — 1974. — Bd 14. — S. 274.
118. Edwards J. A., Sundeen J., Salmond W., Iwadare I., Fried J. H. // *Tetrah. Lett.* — 1972. — N 9. — P. 791.
119. Lantz R., Hörnfeldt A.-B. // *Chem. Scripta.* — 1976. — Vol. 10. — P. 126.
120. Michael U., Gronowitz S. // *Chem. Scripta.* — 1973. — Vol. 4. — P. 126.
121. Назарова З. Н., Тертов Б. А., Габараева Ю. А. // *ХГС.* — 1967. — № 4. — С. 764.
122. Кульневич В. Г., Зеликман З. И., Шкребец А. И., Тертов Б. А., Кеулах М. М. // *ХГС.* — 1973. — № 5. — С. 595.
123. Cresp T. M., Sargent M. V. // *J. Chem. Soc. Perkin I.* — 1973. — N 23. — P. 2961.
124. Cresp T. M., Sargent M. V. // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* — 1971. — N 22. — P. 1457.
125. Wiesner K., Tsai T. Y. R., Sen A., Kumar R., Tsubuki M. // *Helv. Chim. Acta.* — 1983. — Vol. 66. — P. 2632.
126. Wiesner K., Tsai T. Y. R., Jäggi F. J., Tsai C. S. J., Gray G. D. // *Helv. Chim. Acta.* — 1982. — Vol. 65. — P. 2049.
127. Gronowitz S., Holm B. // *Acta Pharm. Suec.* — 1977. — Vol. 14. — P. 225.
128. Garst M. E., Tallman E. A., Bonfiglio J. N., Harcourt D., Ljungwe E. B., Tran A. // *Tetrah. Lett.* — 1986. — Vol. 27. — P. 4533.
129. Marini-Bettolo R., Flecker P., Tsai T. Y. R., Wiesner K. // *Can. J. Chem.* — 1981. — Vol. 59. — P. 1403.
130. Gilchrist T. L., Pearson D. P. J. // *J. Chem. Soc. Perkin I.* — 1976. — N 9. — P. 989.
131. Sorney R., Meunier G.-M., Fournari P. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1971. — N 3. — P. 990.
132. Decroix B., Morel J., Paulmier C., Pastour P. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1972. — N 5. — P. 1848.
133. Назарова З. Н., Тертов Б. А., Габараева Ю. А. // *ЖОрХ.* — 1969. — № 5. — С. 190.
134. А. С. 246528 СССР / Назарова З. Н., Тертов Б. А., Кеулах М. М. // *Б. И.* — 1969. — № 46. — С. 26.
135. Тарасова Л. Д., Гольдфарб Я. Л. // *Изв. АН СССР, Сер. хим.* — 1965. — № 11. — С. 2013.
136. Dahlqvist K.-I., Hörnfeldt A.-B. // *Tetrah. Lett.* — 1971. — N 41. — P. 3837.
137. Šrogl J., Janda M., Stibor I., Prochazkova H. // *Z. Chem.* — 1971. — Bd 11. — S. 464.
138. Roques B., Zaluski M. C., Bonhomme M., Robba M. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1971. N 1. — P. 242.
139. Buchi G., Kovats E., Enggist P., Uhde G. // *J. Org. Chem.* — 1968. — Vol. 33. — P. 1227.
140. Gopichand Y., Prasad R. S., Chakravarti K. K. // *Tetrah. Lett.* — 1973. — N 52. — P. 5177.
141. Fleming I., Taddei M. // *Synthesis.* — 1985. — N 9. — P. 898.
142. Литвинов В. П., Сукиасян А. Н., Гольдфарб Я. Л. // *ХГС.* — 1972. — № 4. — С. 466.
143. Kowalski C. J., Haque M. S. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 5140.
144. Weiberth F. J., Hall S. S. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 5308.
145. Mulzer J., Hartz G., Kühn U., Brüntrup G. // *Tetrah. Lett.* — 1978. — N 32. — P. 2949.
146. Cugnon de Sévricourt M., Robba M. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1977. — N 1-2. — P. 142.
147. Bisagni E., Hung N. C., Lhoste J. M. // *Tetrahedron.* — 1983. — Vol. 39. — P. 1777.
148. Buttery C. D., Knight D. W., Nott A. P. // *J. Chem. Soc. Perkin I.* — 1984. — N 12. — P. 2839.
149. Buttery C. D., Knight D. W., Nott A. P. // *Tetrah. Lett.* — 1982. — Vol. 23. — P. 4127.
150. Noyce D. S., Nichols R. W. // *J. Org. Chem.* — 1972. — Vol. 37. — P. 4311.
151. Cugnon de Sévricourt M., Robba M. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1977. — N 1-2. — P. 139.
152. Tobia D., Rickborn B. // *J. Org. Chem.* — 1987. — Vol. 52. — P. 2611.
153. Crump S. L., Netka J., Rickborn B. // *J. Org. Chem.* — 1985. — Vol. 50. — P. 2746.
154. Tobia D., Rickborn B. // *J. Org. Chem.* — 1986. — Vol. 51. — P. 3849.
155. Boeckman R. K., Bruza K. J. // *Tetrah. Lett.* — 1977. — N 48. — P. 4187.
156. Groh B. L., Magrum G. R., Barton T. J. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1987. — Vol. 109. — P. 7568.
157. Kocieleński P., Wadman S., Cooper K. // *J. Org. Chem.* — 1989. — Vol. 54. — P. 1215.
158. Kocieleński P., Wadman S., Cooper K. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1989. — Vol. 111. — P. 2363.
159. Ермак Н. П., Понелис Ю. Ю., Пухнер И., Лукевиц Э. // *ЖОХ.* — 1982. — Т. 52. — С. 1181.
160. Lukevics E., Gevorgyan V., Goldberg Y., Popelis J., Gavars M., Gaukman A., Shimanska M. // *Heterocycles.* — 1984. — Vol. 22. — P. 987.
161. Coppola G. M. // *Synth. Commun.* — 1988. — Vol. 18. — P. 995.

162. Kocięński P. J., Pritchard M., Wadman S. N., Whitby R. J., Yeates C. L. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1992. — N 24. — P. 3419.
163. Ashworth P. A., Dixon N.J., Kocięński P.J., Wadman S.N. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1992. — N 24. — P. 3431.
164. LeMénez P., Firno N., Fargeas V., Ardisson J., Pancrazi A. // Synlett. — 1994. — N 9. — P. 995.
165. Hedtmann U., Welzel P. // Tetrah. Lett. — 1985. — Vol. 26. — P. 2773.
166. Kocięński P. J., Fall Y., Whitby R. // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1989. — N 4. — P. 841.
167. Schlosser M., Schaub B., Spahic B., Sleiter G. // Helv. Chim. Acta. — 1973. — Vol. 56. — P. 2166.
168. Koval M., Jonas J. // Coll. Czech. Chem. Commun. — 1974. — Vol. 39. — P. 1885.
169. Gilman H., Bebb R. L. // J. Amer. Chem. Soc. — 1939. — N 61. — P. 109.
170. Gilman H., Melstrom D. S. // J. Amer. Chem. Soc. — 1946. — N 68. — P. 103.
171. Pat. 137359 DDR / Andreae S., Seeboth H. // C. A. — 1980. — Vol. 92. — 110829.
172. Cagniant P., Kirsch G., Cagniant D. // C. r. C. — 1977. — T. 284. — P. 339.
173. Cagniant P., Perrin L. // C. r. C. — 1972. — T. 274. — P. 1196.
174. Cagniant P., Kirsch G. // C. r. C. — 1976. — T. 283. — P. 751.
175. Лутсинов В. П., Сукиасян А. Н., Гольдфарб Я. Л. // ХГС. — 1972. — № 6. — С. 723.
176. Jen K.-Y., Cava M. P. // J. Org. Chem. — 1983. — Vol. 48. — P. 1449.
177. Truce W. E., Wellisch E. // J. Amer. Chem. Soc. — 1952. — Vol. 74. — P. 5177.
178. Scully J. F., Brown E. V. // J. Org. Chem. — 1954. — Vol. 19. — P. 894.
179. Kada R., Knoppova V., Kováč J. // Coll. Czech. Chem. Commun. — 1978. — Vol. 43. — P. 160.
180. Lie Ken Jie M. S. F., Lam C. H. // Chem. Phys. Lipids. — 1978. — Vol. 21. — P. 275
181. Ghosh T., Hart H. // J. Org. Chem. — 1988. — Vol. 53. — P. 2396.
182. Saunders J., Tipney D. C., Robins P. // Tetrah. Lett. — 1982. — Vol. 23. — P. 4147.
183. Pat. 2874166 US / Dixon S. // C. A. — 1959. — Vol. 53. — 19970.
184. Takahashi K., Nishijima K., Makino N., Takase K., Katagiri S. // Chem. Lett. — 1982. — N 12. — P. 1895.
185. Pelter A., Rowlands M., Clements G. // Synthesis. — 1987. — N 1. — P. 51.
186. Murahashi S.-I., Yamamura M., Yanagisawa K., Mita N., Kondo K. // J. Org. Chem. — 1979. — Vol. 44. — P. 2408.
187. Araki S., Ohmura M., Buisagan Y. // Bull. Chem. Soc. Japan. — 1986. — Vol. 59. — P. 2019.
188. Калинин В. Н. // Успехи химии. — 1991. — Т. 60. — С. 339.
189. Kalinin V. N. // Synthesis. — 1992. — N 5. — P. 413.
190. Beringer F. M., Nathan R. A. // J. Org. Chem. — 1970. — Vol. 35. — P. 2095.
191. Margida A. J., Koser G. F. // J. Org. Chem. — 1984. — Vol. 49. — P. 4703.
192. Ireland R. E., Wipf R., Roper T. D. // J. Org. Chem. — 1990. — Vol. 55. — P. 2284.
193. Cagniant P., Kirsch G. // C. r. C. — 1975. — T. 281. — P. 111.
194. Morimoto T., Takahashi T., Sekiya M. // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1984. — N 12. — P. 794.
195. Hwang Y. C., Chu M., Flower F. W. // J. Org. Chem. — 1985. — Vol. 50. — P. 3885.
196. Kametani T., Tsubuki M., Furuyama H., Honda T. // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1984. — N 6. — P. 375.
197. Reed M. W., Moore H. W. // J. Org. Chem. — 1988. — Vol. 53. — P. 4168.
198. Mikaiyama T., Yuki Y., Suzuki K. // Chem. Lett. — 1982. — N 8. — P. 1169.
199. Suzuki K., Yuki Y., Mikaiyama T. // Chem. Lett. — 1981. — N 11. — P. 1529.
200. Wrobel J. T., Cybulski J., Dabrowski Z. // Synthesis. — 1977. — N 10. — P. 686.
201. Wynberg H., Sinnige H. J. M., Creemers H. M. J. C. // J. Org. Chem. — 1971. — Vol. 36. — P. 1011.
202. Bates M. A., Sammes P. G. // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1983. — N 16. — P. 896.
203. Reed M. W., Moore H. W. // J. Org. Chem. — 1987. — Vol. 52. — P. 3491.
204. Alker D., Campbell S. F., Cross P. E. // J. Med. Chem. — 1991. — Vol. 34. — P. 19.
205. Honda T., Hoshi M., Tsubuki M. // Heterocycles. — 1992. — Vol. 34. — P. 1515.
206. Heathcock C. H., Gulick L. G., Dehlinger T. // J. Heterocycl. Chem. — 1969. — Vol. 6. — P. 141.
207. Румянцев А. И., Теренин В. И., Юдин Л. Г. // ХГС. — 1986. — № 3. — С. 368.
208. Pat. 462995 Span. / Granados Jarque R., Bosch Cartes J., Llobera Jimenez R., Martinez Roldan C., Rabadan Peinado F. // C. A. — 1980. — Vol. 92. — 6419.
209. Pat. 462990 Span. / Granados Jarque R., Bosch Cartes J., Llobera Jimenez R., Martinez Roldan C., Rabadan Peinado F. // C. A. — 1980. — Vol. 92. — 6426.
210. Siemanowski W., Witzel H. // Lieb. Ann. Chem. — 1984. — N 10. — S.1731.
211. Ohnuma T., Tabe M., Shiiya K., Ban Y., Date T. // Tetrah. Lett. — 1983. — Vol. 24. — P. 4249.
212. Albright J. D., Howell C. F., Sum F. W. // Heterocycles. — 1993. — Vol. 35. — P. 737.
213. Zhang W., Liu R., Cook J. M. // Heterocycles. — 1993. — Vol. 36. — P. 2229.

214. *Lopes C. C., Lopes R. S. C., Pinto A. V., Costa P. R. R.* // J. Heterocycl. Chem. — 1984. — Vol. 21. — P. 621.
215. *Dondoni A., Junquera F., Merchan F. L., Merino P., Tejero T.* // Synthesis. — 1994. — N 12. — P. 1451.
216. *Kauffmann T., Bandi P., Brinkwerth W., Greving B.* // Angew. Chem. — 1972. — Bd 84. — S. 830.
217. *Шкрбец А. И., Зеликман З. И., Кульневич В. Г., Тертов Б. А.* // Труды Краснодар. политехн. ин-та. — 1973. — № 49. — С. 34.
218. *Knight D. W., Pattenden G.* // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1975. — N 7. — P. 641.
219. *Ullenius C.* // Acta Chem. Scand. — 1972. — Vol. 26. — P. 3383.
220. *Nilsson M., Ullenius C.* // Acta Chem. Scand. — 1970. — Vol. 24. — P. 2379.
221. *Nilsson M., Ullenius C., Wennerström O.* // Tetrah. Lett. — 1971. — N 29. — P. 2713.
222. *Knight D. W., Pattenden G.* // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1974. — N 5. — P. 188.
223. *Ruzziconi R., Schlosser M.* // Angew. Chem. Int. Ed. Engl. — 1982. — N 21. — P. 855
224. *Kojima Y., Wakita S., Kato N.* // Tetrah. Lett. — 1979. — N 47. — P. 4577.
225. *Kojima Y., Kato N.* // Tetrahedron. — 1981. — Vol. 37. — P. 2527.
226. *Kojima Y., Kato N.* // Tetrah. Lett. — 1980. — Vol. 21. — P. 4365.
227. *Giblin G. M. P., Simpkins N. S.* // J. Chem. Soc. Chem. Commun. — 1987. — N 3. — P. 207.
228. *Ng J. S., Behling J. R., Campbell A. L., Nguyen D., Lipshutz B.* // Tetrah. Lett. — 1988. — Vol. 29. — P. 3045.
229. *Le Ménez P., Berque I., Fargeas V., Ardisson J., Pancrazi A.* // Synlett. — 1994. — N 9. — P. 998.
230. *Klingstedt T., Frejd T.* // Organometallics. — 1983. — Vol. 2. — P. 598.
231. *Amatore C., Jutand A., Negri S., Fauvarque J.-F.* // J. Organomet. Chem. — 1990. — Vol. 390. — P. 389.
232. *Soai K., Kawase Y.* // J. Chem. Soc. Perkin I. — 1990. — N 11. — P. 3214.
233. *Akimoto I., Suzuki A.* // Synthesis. — 1979. — N 2. — P. 146.
234. *Marinelli E. R., Levy A. B.* // Tetrah. Lett. — 1979. — N 25. — P. 2313.
235. *Brown H. C., Bhat N. G.* // J. Org. Chem. — 1988. — Vol. 53. — P. 6009.
236. *Roques B. P., Florentin D., Callanquin M.* // J. Heterocycl. Chem. — 1975. — Vol. 12. — P. 195.
237. *Florentin D., Roques B.* // C. r. C. — 1970. — Vol. 270. — P. 1608.
238. *Brown H. C., Srebnik M., Bakshi R. K., Cole T. E.* // J. Amer. Chem. Soc. — 1987. — Vol. 109. — P. 5420.
239. *Yuan G., Zheng C., Zhang G.* // Youji Huaxue. — 1987. — N 2. — P. 146.; C. A. — 1988. — Vol. 108. — 75454.
240. *Macdonald S. J. F., Huizinga W. B., McKenzie T. C.* // J. Org. Chem. — 1988. — Vol. 53. — P. 3371.
241. *Лукевиц Э. Я., Ерчак Н. П.* // Успехи химии фурана. — Рига: Зинатне, 1978. — С. 198.
242. *Lukevics E. Ya., Pudova O. A., Erchak N. P.* // Advances in Organosilicon Chemistry. — Moscow: MIR Publishers, 1985. — P. 153.
243. *Лукевиц Э. Я., Ерчак Н. П., Шатиц В. Д.* // Химия элементоорганических соединений. — Л.: Наука, 1976. — С. 56.
244. *Hudrlik P. F., Abdallah Y. M., Kulkarni A. K., Hudrlik A. M.* // J. Org. Chem. — 1992. — Vol. 57. — P. 6552.
245. *Thames S. F., McClesky J. E., Kelly P. L.* // J. Heterocycl. Chem. — 1968. — Vol. 5. — P. 749.
246. *Ерчак Н. П., Ашмане А. Р., Попелис Ю. Ю., Лукевиц Э. Я.* // ЖОХ. — 1983. — Т. 53. — С. 383.
247. *Gilman H., Goreau T. N.* // J. Org. Chem. — 1952. — Vol. 17. — P. 1470.
248. *Лукевиц Э., Ерчак Н. П., Маторыкина В. Ф., Мажейка И. Б.* // ЖОХ. — 1983. — Т. 53. — С. 1082.
249. *Лукевиц Э. Я., Игнатович Л. М., Попелис Ю. Ю., Розите С. Х., Мажейка И. Б.* // Изв. АН ЛатвССР. Сер. хим. — 1985. — N 1. — С. 73.
250. *Лукевиц Э., Германе С., Ерчак Н. П., Пудова О. А.* // Хим.-фарм. журн. — 1981. — Т. 15. — № 4. — С. 42.
251. *Дянков С. С., Шопов Д. М.* // ХГС. — 1966. — № 2. — С. 169.
252. *Лукевиц Э., Пудова О. А., Ерчак Н. П.* // Труды Краснодар. политехн. ин-та. — 1978. — № 97. — С. 15.
253. *Dembeck P., Seconi G., Eaborn C., Rodriguez J. A., Stamper J. G.* // J. Chem. Soc. Perkin II. — 1986. — N 1. — P. 197.
254. *Katsumura S., Fujiwara S., Isoe S.* // Tetrah. Lett. — 1987. — Vol. 28. — P. 1191.
255. *Лукевиц Э., Ерчак Н. П., Кастро И., Розите С. Х., Мажейка И. Б., Гаухман А. П., Попелис Ю. Ю.* // ЖОХ. — 1984. — Т. 54. — С. 1315.
256. *Лукевиц Э. Я., Игнатович Л. М., Зидермане А. А., Дауварте А. Ж.* // Изв. АН ЛатвССР. Сер. хим. — 1984. — № 4. — С. 483.

257. Erker G., Petrenz R., Krüger C., Lutz F., Weiss A., Werner S. // *Organometallics*. — 1992. — Vol. 11. — P. 1646.
258. Pat. 136501 DDR / *Andreae S., Seeboth H.* // *C. A.* — 1980. — Vol. 92. — 58975.
259. Niwa E., Aoki H., Tanaka H., Munakata K. // *Chem. Ber.* — 1966. — Bd 99. — S. 712.
260. Wada M., Kusabe K., Oguro K. // *Inorg. Chem.* — 1977. — Vol. 16. — P. 446.
261. Müller J., Friedrich C. // *J. Organomet. Chem.* — 1989. — Vol. 377. — P. C27.
262. Harder S., Boersma J., Brandsma L., Kanters J. A., Bauer W., Pi R., von Ragué Schleyer R., Schöllhorn H., Thewalt U. // *Organometallics*. — 1989. — Vol. 8. — P. 1688.
263. Gilman H., Breuer H. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1934. — Vol. 56. — P. 1123.
264. Shepard A. E., Winslow N. R., Johnson J. R. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1930. — Vol. 52. — P. 2083.
265. Morton A. A., Patterson G. H. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1943. — Vol. 65. — P. 1346.
266. Тернов Б. А., Назарова З. Н., Габареева Ю. А. // *ХГС*. — 1972. — № 3. — С. 426.
267. Benoit P., Collignon N. // *Bull. soc. chim. Fr.* — 1975. — N 5-6. — P. 1302.
268. Doddi G., Poretti A., Stegel F. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1974. — Vol. 11. — P. 97.
269. Doddi G., Stegel F., Tanasi M. T. // *J. Org. Chem.* — 1978. — Vol. 43. — P. 4303.
270. Bailey T. R., Diana G. D., Kowalczyk P. J., Akullian Y., Eissenstat M. A., Cutcliffe D., Mallamo J. P., Carabateas P. M., Pevear D. C. // *J. Med. Chem.* — 1992. — Vol. 35. — P. 4628.
271. Kojima Y., Kato N., Terada Y. // *Tetrah. Lett.* — 1979. — N 48. — P. 4667.
272. Cahiez G., Chavant P.-Y., Metais E. // *Tetrah. Lett.* — 1992. — Vol. 33. — P. 5245.
273. Vegh D., Kováč J. // *Coll. Czech. Chem. Commun.* — 1984. — Vol. 49. — P. 280.
274. Бельский И. Ф., Харьков С. Н., Шуйкин Н. И. // *Изв. АН СССР. Сер. хим.* — 1966. — № 1. — С. 170.
275. Шуйкин Н. И., Харьков С. Н., Бельский И. Ф. // *Изв. АН СССР. Сер. хим.* — 1969. — № 11. — С. 2548.
276. Pat. 1095281 Ger / *Raecke B., Blaser B., Stain W., Schirp H., Schuet H.* // *C. A.* — 1962. — Vol. 56. — 2425.
277. Andrisano R., Angeloni A. S. // *Ann. Chim.* — 1963. — Vol. 53. — P. 1658.
278. Paul I. C. // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* — 1965. — N 19. — P. 461.
279. Rodgers P. S., Goaman L. C. G. // *Acta Crystallogr. B.* — 1976. — Vol. 32. — P. 1261.