

На правах рукописи

БЕЛОЗЕРОВА
Ольга Викторовна

**НОВЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ХАЛЬКОГЕНОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИЙ ПРИСОЕДИНЕНИЯ
ХАЛЬКОГЕНСОДЕРЖАЩИХ РЕАГЕНТОВ К АЦЕТИЛЕНУ И ЕГО
ПРОИЗВОДНЫМ**

02.00.08 – химия элементоорганических соединений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Иркутск-2006

**Работа выполнена в Иркутском институте химии им. А. Е. Фаворского
Сибирского отделения Российской академии наук и Иркутском
государственном техническом университете**

Научный руководитель

**доктор химических наук, профессор
Потапов Владимир Алексеевич**

Официальные оппоненты:

**доктор химических наук, профессор
Власова Наталья Николаевна**

**доктор химических наук
Руссавская Наталья Владимировна**

Ведущая организация

**Иркутский государственный
университет**

**Защита состоится 19 декабря 2006 г. в 12.00 часов на заседании
диссертационного совета Д.003.052.01 по защите диссертаций на соискание
ученой степени доктора химических наук при Иркутском институте химии им.
А. Е. Фаворского СО РАН по адресу: 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1.**

**С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Иркутского
института химии им. А. Е. Фаворского СО РАН.**

Автореферат разослан 6 ноября 2006 г.

**Ученый секретарь
диссертационного совета д.х.н.**



Тимохина Л. В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В последние годы значительно вырос интерес к химии халькогенорганических соединений, которые зарекомендовали себя не только как уникальные модели для изучения теоретических проблем органической химии, но и как важные в практическом отношении соединения. Импульсом к всестороннему изучению свойств селенорганических соединений явилось открытие важности селена как микроэлемента для жизни человека и животных. В настоящее время известно, что недостаток селена в организме человека способствует его восприимчивости к сердечно-сосудистым и раковым заболеваниям, провоцирует артрит, катаракту и другие заболевания. Известны несколько белков, содержащих атом селена. Важную роль в организме человека играет селенсодержащий фермент глутатионпероксидаза, который катализирует реакцию глутатиона с перекисными соединениями, тем самым уменьшая концентрацию перекисных и радикальных частиц. Выявлены органические соединения селена, обладающие высокой биологической активностью, которые предложены для лечения наиболее распространенных недугов: сердечно-сосудистых, раковых, вирусных заболеваний, а также СПИДа. Селен- и теллуруорганические соединения используются для получения полупроводников, фотоматериалов, пленок и покрытий. В современном органическом синтезе халькогенорганические соединения широко используются как полупродукты и синтоны.

Актуальной задачей химии халькогенорганических соединений является поиск новых реакций, синтез и изучение ранее неизвестных или труднодоступных классов соединений.

Настоящая работа выполнена в соответствии с планами НИР Иркутского института химии им. А. Е. Фаворского СО РАН в рамках Программы СО РАН 16.2 проекта 4 «Разработка эффективных подходов к новым теоретически и практически важным классам функциональных халькогенорганических соединений на основе ацетиленов, халькогенов и их производных» (Рег. № 0120.0406375). Работа сочетает в себе три основных направления исследований института: химию ацетиленов, химию халькогенорганических соединений и химию кремнийорганических соединений.

Целью работы является поиск ранее неизвестных реакций и разработка новых способов получения халькогенорганических соединений на основе реакций присоединения халькогенсодержащих реагентов к ацетилену и его производным.

Научная новизна и практическая значимость. Разработаны эффективные способы получения ранее неизвестных селен- и теллуруорганических ненасыщенных соединений.

Установлено, что дихлорид и дибромид селена, генерированные *in situ* из элементарного селена и галогенирующих агентов, могут быть использованы в синтезе селенорганических соединений. Присоединением дихлорида и дибромидов селена к диметилдизитинилсилану синтезированы ранее неизвестные

гетероциклические системы - 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульвены с выходом 70-72%.

Осуществлена реакция электрофильного присоединения тетрагалогенидов селена к диметилдистинилсилану, которая приводит к образованию новых гетероциклических соединений – 2-дигалогенметил-2,4-дигалоген-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентенов-4 с выходом 58-60%. Строение 2-дибромметил-2,4-дибром-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентена-4 доказано методом рентгеноструктурного анализа.

Установлено, что реакция галогенирования 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульвенов приводит к образованию 2-дигалогенметил-2,4-дигалоген-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентенов-4.

Изучена реакция диселенирования триметилдистинилсилана в условиях термического инициирования. Получены ранее неизвестные 1,2-бис(алкилселено)-1-триметилсиллилэтенy. Установлено, что при увеличении объёма органического заместителя в диорганиддиселенидах увеличивается доля E-изомера 1,2-бис(органилселено)-1-триметилсиллилэтенy.

Систематически изучена реакция дитиолирования замещенных ацетиленов диорганилдисульфидами в условиях термического инициирования. Показано, что дитиолирование ацетиленов значительно ускоряется в присутствии каталитических количеств диорганиддиселенидов или дителлуридов.

Разработан стереоселективный способ получения (Z)-1-органилтио-2-органилселеноэтенy на основе реакции равновесной смеси $R_2S_2/R'_2Se_2/RSSeR'$ с ацетиленом в системе $KOH/DMCO/H_2O$.

Показана возможность замещения селеногруппы на титогруппу в термических реакциях 1-органил-1,2-бис(органилселено)этенy с диорганилдисульфидами.

Апробация работы и публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 работ, в том числе 7 статей. Основные результаты докладывались на 20-ой Всероссийской конференции по химии и технологии органических соединений серы (Казань, 1999), 19-ом Международном симпозиуме по органической химии серы (Шеффилд, Англия, 2000), Всероссийском симпозиуме "Химия органических соединений кремния и серы" (Иркутск, 2001), 20-ом Международном симпозиуме по органической химии серы (Аризона, США, 2002), Международном симпозиуме "Современные тенденции в металлоорганической и каталитической химии" (Москва, 2003).

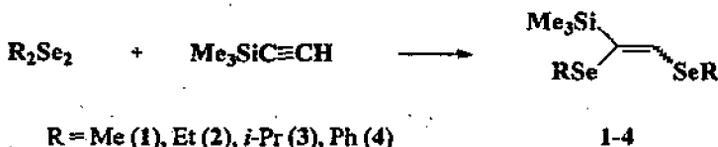
Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 134 страницах машинописного текста и состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов, выводов, экспериментальной части и списка литературы, который насчитывает 234 работу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Реакции дихалькогенирования ацетиленов

1.1. Диселенирование этинилсиланов диорганилдиселенидами

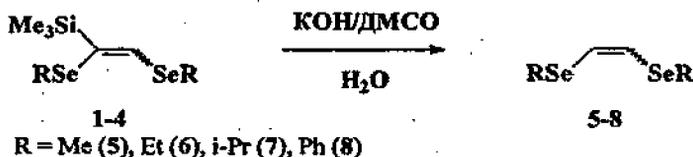
Реакция диорганилдиселенидов с триметилэтинилсиланом при комнатной температуре протекает медленно, но значительно ускоряется при нагревании (150-180 °С). Установлено, что диорганилдиселениды присоединяются к триметилэтинилсилану с образованием 1-триметилсилил-1,2-бис(органилселено)этиленов (1-4) с выходом 50-68% (смесь *Z*- и *E*-изомеров, преимущественно образуется *Z*-изомер).



При увеличении объема заместителя в диорганилдиселенидах в ряду Me, Et, *i*-Pr, Ph увеличивается доля *E*-изомера продукта присоединения. Наибольшая стереоселективность наблюдается в случае диметилдиселенида: доля *Z*-изомера составляет более 95%.

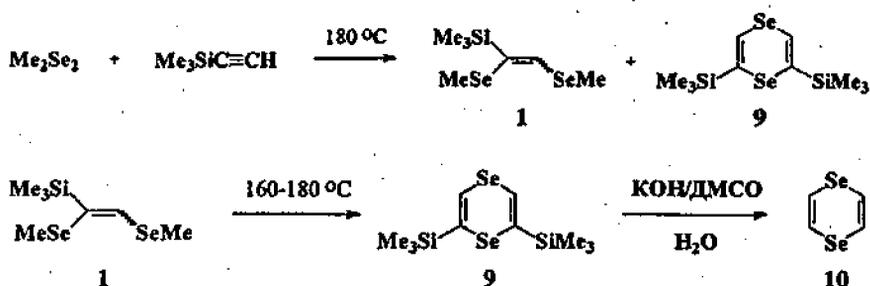
Стереоселективность процесса можно объяснить за счет более низкой термодинамической стабильности *E*-изомера этиленов 1-4 по сравнению с *Z*-изомером. Причиной этого является высокий стерический эффект триметилсилильной группы, который приводит к отталкиванию органилселено- и триметилсилильной групп, находящихся в *цис*-положении в *E*-изомере.

Щелочной гидролиз этиленов 1-4 приводит к 1,2-бис(органилселено)этинам (5-8) с тем же соотношением *Z/E*-изомеров, что и в исходных продуктах. Таким образом, данный подход можно рассматривать как стереоселективный метод синтеза как соединений 1-4, так и этиленов 5-8.



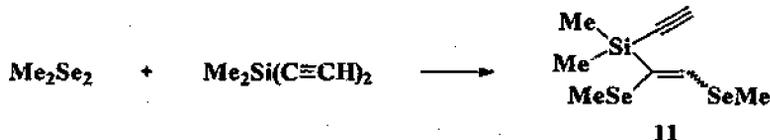
При проведении реакции диметилдиселенида с триметилэтинилсиланом при 180 °С наряду с аддуктом 1, образуется 2,6-бис(триметилсилил)-1,4-диселенин (9) с выходом 10%. Установлено, что это соединение образуется за счет циклизации двух молекул этена 1. Так, нагревание этена 1 (160-180 °С) приводит к образованию диселенина 9 с выходом 20 % в расчете на взятый этен

1. Щелочным гидролизом соединения 9 получен 1,4-диселенин (10) с выходом 83%.



Таким образом, реакция циклизации открывает простой путь к труднодоступным диселенинам 9 и 10.

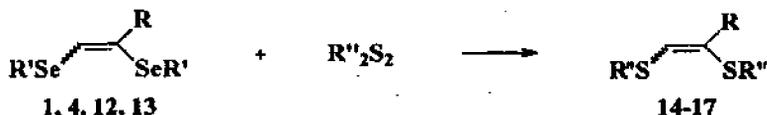
Взаимодействие диметилдиселенида с диметилдиэтинилсиланом (эквивалентное соотношение реагентов) протекает менее стереоселективно и приводит к продукту присоединения по одной из двух этильных групп.



Выход 1,2-бис(метилселено)-1-(диметилэтинилсилил)этена (11) составляет 42 % при соотношении изомеров Z/E= 11/1.

1.2. Реакция диорганилдисульфидов с селеноэтенами

Обнаружена ранее неизвестная реакция замещения двух селеногрупп на две тиогруппы при взаимодействии этенов 1, 4, 12, 13 с диорганилдисульфидами. Реакция осуществляется в условиях термического инициирования (150 °C) и приводит к этенам (14-17) с выходом 41-50%.



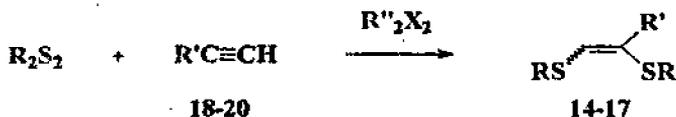
R = SiMe₃, R' = Me (1); R = SiMe₃, R' = Ph (4); R = Ph, R' = Me (12);

R = Bu, R' = Me (13); R = SiMe₃, R'' = Me (14); R = SiMe₃, R'' = Ph (15);
R = Bu, R'' = Ph (16); R = Ph, R'' = Ph (17)

Исходные соединения 1, 4, 12, 13 синтезированы присоединением диорганилдиселенидов к ацетиленам в условиях термического иницирования.

1.3. Каталитический эффект диорганилдиселенидов и -дителлуридов в реакции присоединения диорганилдисульфидов к ацетиленам

Обнаружен каталитический эффект диорганилдиселенидов и диорганилдителлуридов в реакции присоединения диорганилдисульфидов к ацетиленам в условиях термического иницирования. Реакция диорганилдисульфидов с ацетиленами 18-20 в присутствии каталитических количества диорганилдиселенидов или -дителлуридов приводит к этенам (14-17) с выходом 44-60% (преимущественно образуется Z-изомер). При проведении реакции в аналогичных условиях в отсутствие диорганилдиселенидов или дителлуридов этены 14, 15 образуются с низким выходом (7-10%).



R' = SiMe₃ (18); R' = Ph (19); R' = Bu (20)
R = Me, Ph; R'' = Me, Ph; X = Se, Te

Методом хромато-масс-спектрометрии в реакционной массе зафиксирован продукт тиоселенирования, который, по-видимому, является промежуточным и превращается в условиях реакции в продукт дитиолирования. Можно предположить, что каталитический эффект диорганилдиселенидов объясняется легкостью образования промежуточных продуктов тиоселенирования 22 (или тиотеллурирования), что приводит к увеличению концентрации радикала 21.

Известно*, что образование продукта тиоселенирования протекает

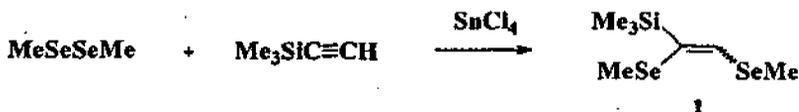
*Диорганилдиселениды обладают значительно более высоким сродством к углеродным радикалам, чем диорганилдисульфиды. Реакция системы дифенилдисульфид-дифенилдиселенид с терминальными ацетиленами протекает при УФ-облучении и приводит исключительно к продуктам тиоселенирования, 1-органил-1-фенилтио-2-фенилселеноэтенам с высоким выходом: Ogawa A., Hirao T., Highly selective thioselenation of carbon-carbon unsaturated bonds with a disulfide-diselenide binary system // Rev. Heteroatom. Chem. 1998. Vol. 18. P. 1-10.

R = Ph, R' = Me (26); R = Me (27); R = Ph (28); R' = Me (5); R' = Ph (8);
R' = Bu (29)

Мы нашли, что использование равновесных систем $R_2S_2/R'_2Se_2/RSSeR'$ в синтезе этенов 23-26 значительно эффективнее, чем смеси R_2S_2/R'_2Se_2 . Побочными продуктами являются дитиоэтенны 27, 28 и диселеноэтенны 5, 8, 29, выход которых составляет 21-28%. Реакция реализуется как под давлением ацетилен в автоклаве (12 атм), так и при атмосферном давлении ацетилен, но во втором случае выход этенов 23-26 ниже (24-29%).

1.5. Диселенирование триметилэтинилсилана в присутствии $SnCl_4$

Можно было предполагать, что реакция диметилдиселенида с триметилэтинилсиланом в присутствии кислоты Льюиса (тетрахлорид олова) будет протекать как электрофильное анти-присоединение с образованием аддуктов *E*-строения. Однако оказалось, что реакция протекает почти исключительно как *син*-присоединение, приводя к этену 1 с выходом 72% (содержание *Z*-изомера составляет более 95%).



Проведение реакции без $SnCl_4$ в аналогичных условиях (комнатная температура, 5 ч) дает этен 1 с выходом менее 1% и соотношением *Z/E*-изомеров 55/45.

Таким образом, показано, что тетрахлорид олова может выступать в качестве стереоселективного катализатора реакции *син*-присоединения.

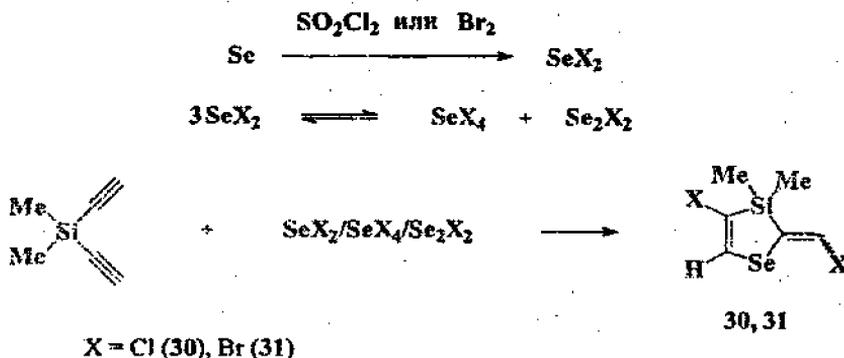
2. Реакции галогенидов селена и теллура с диметилдиэтинилсиланом

2.1. Присоединение дигалогенидов селена к диметилдиэтинилсилану

Сведения о присоединении к этинилсиланам галогенидов селена в литературе отсутствуют.

Известно, что в растворе дихлорид и дибромид селена существуют в равновесии с тетрагалогенидом селена и диселенодигалогенидом. Нами установлено, что дихлорид и дибромид селена, генерированные из селена и галогенирующих агентов (SO_2Cl_2 , Br_2), могут быть использованы в синтезе селеноорганических гетероциклических соединений. Присоединение

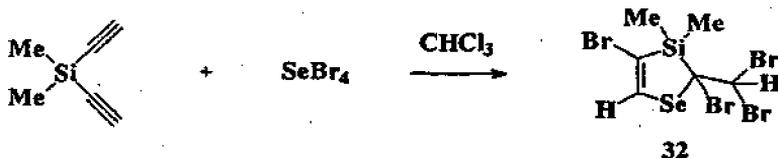
дигалогенидов селена к диметилдиэтинилсилану (хлороформ, 20-25 °С) приводит к образованию ранее неизвестных гетероциклических систем – 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульбенов (30, 31), с выходом 70-72 %.



Строение продуктов (смесь *Z/E*-изомеров в соотношении 5:1 (30) и 6:1 (31)) доказано с помощью ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{29}Si , ^{77}Se , хромато-масс-спектрометрии и подтверждено данными элементного анализа.

2.2. Реакции тетрагалогенидов селена с диметилдиэтинилсиланом

Установлено, что присоединение тетрабромида селена к диметилдиэтинилсилану (20-25 °С, CHCl_3) ведет к образованию ранее неизвестного гетероциклического соединения – 2-дибромметил-2,4-дибром-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентена-4 (32) с выходом 60%.



Структура соединения 32 доказана рентгеноструктурным анализом (Рис. 1). Пятичленный цикл имеет конформацию конверта. Анализ кристаллической упаковки показал, что молекулы в кристалле объединяются в димеры вторичными взаимодействиями между атомами брома.

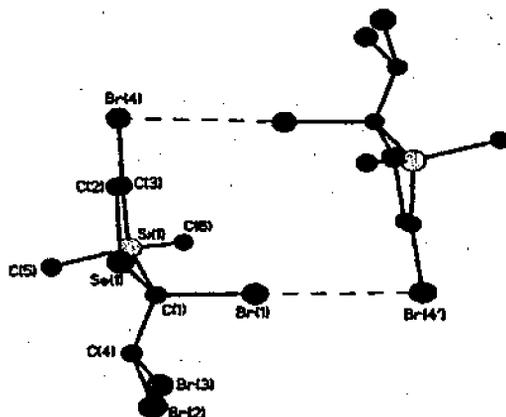
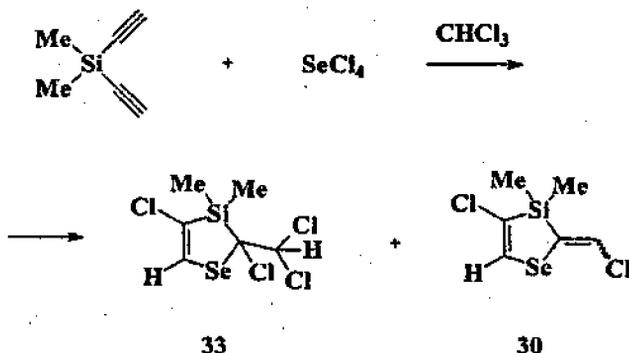


Рис. 1. Данные рентгеноструктурного анализа соединения 32*

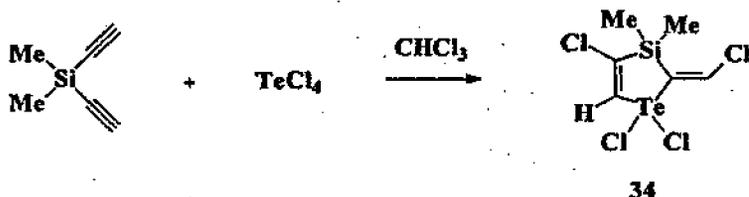
Реакция тетрахлорида селена с диметилдиэтинилсиланом (20-25 °С, CHCl_3) приводит к 2-дихлорметил-2,4-дихлор-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентену-4 (33) и гетероциклу 30 с выходами 58% и 25% соответственно.



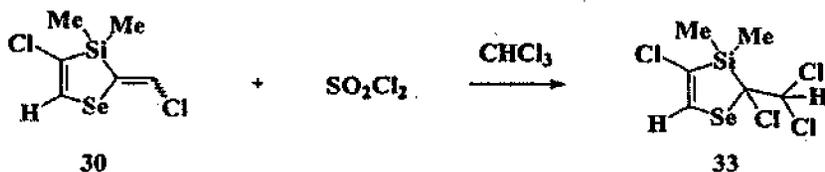
*Рентгеноструктурный анализ выполнен в Институте элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН.

2.3. Присоединение тетрахлорида теллура к диметилдиэтинилсилану

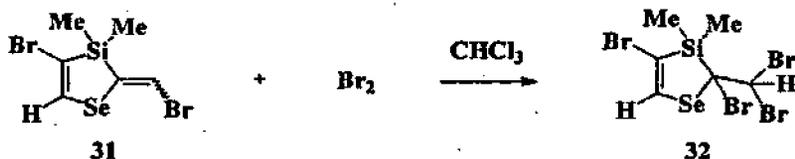
До наших исследований сведения о присоединении тетрагалогенидов теллура к этинилсиланам в литературе отсутствовали. Нами установлено, что присоединение тетрахлорида теллура к диметилдиэтинилсилану ведет к (*E*)-4,4-диметил-1,1,3,6-тетрахлор-1,4-теллурасилафульвену (34) (с выходом 9 %) – первому представителю ранее неизвестного класса теллурасилафульвенов.



Установлено, что соединения 32, 33 могут быть получены галогенированием гетероциклов 30, 31. Реакция гетероцикла 30 с хлористым сульфурилом (хлороформ, 20-25 °С) приводит к соединению 33 с выходом 50%.



При взаимодействии гетероцикла 31 с бромом (хлороформ, 20-25 °С) приводит к соединению 32 с выходом 84%.



Таким образом, две двойные связи в этих системах 30, 31 проявляют разную реакционную способность: экзоциклическая связь $\text{XCH}=\text{C}$ значительно более активна по отношению к электрофильным реагентам.

Строение продуктов 32-34 доказано с помощью ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{29}Si , ^{77}Se , ^{125}Te , хромато-масс-спектрометрии и подтверждено данными элементного анализа.

ВЫВОДЫ

1. Систематически изучена реакция присоединения диорганилдиселенидов к триметилэтинилсилану в условиях термического инициирования. Показана возможность стереоселективного синтеза (Z)-1,2-бис(органилселено)-1-(триметилсилил)этен с выходом 50-68%. Установлено, что при увеличении объема заместителя в диорганилдиселенидах увеличивается доля E-изомера продукта присоединения.
2. Обнаружен каталитический эффект диорганилдиселенидов и -дителлуридов в реакции присоединения диорганилдисульфидов к ацетиленам. Реакция протекает в условиях термического инициирования и приводит к 1-органил-1,2-бис(органилтио)этанам с выходом 44-60%. Установлено, что реакционная способность ацетиленов уменьшается в ряду: $\text{Me}_3\text{SiC}\equiv\text{CH} > \text{PhC}\equiv\text{CH} > \text{BuC}\equiv\text{CH} \gg \text{PhC}\equiv\text{CPh}$.
3. Разработан стереоселективный метод синтеза (Z)-1-органилтио-2-органилселеноэтен на основе реакции тиоселенирования ацетилена равновесной смесью $\text{R}_2\text{S}_2/\text{R}'_2\text{Se}_2/\text{RSSeR}'$ в системе $\text{KOH}/\text{DMCO}/\text{H}_2\text{O}$.
4. Обнаружена реакция замещения двух селеногрупп на две тиогруппы, протекающая при взаимодействии 1-органил-1,2-бис(органилселено)этен с диорганилдисульфидами в условиях термического инициирования.
5. Установлено, что дихлорид и дибромид селена, генерированные из селена и галогенирующих агентов (SO_2Cl_2 , Br_2), могут быть использованы в синтезе селеноорганических гетероциклических соединений. Взаимодействие системы $\text{SeX}_2/\text{SeX}_4/\text{Se}_2\text{X}_2$ ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$) с диметилдиэтинилсиланом приводит к 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульвенам (выход 70-72%), являющимися первыми представителями ранее неизвестных селенасилафульвенов.
6. Реакция тетрагалогенидов селена с диметилдиэтинилсиланом протекает с изменением валентности атома селена и приводит к ранее неизвестным 2-дигалогенметил-2,4-дигалоген-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентенам-4 с выходом 58-60%.
7. Установлено, что реакция галогенирования 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульвенов эквимольным количеством брома или сульфурилхлорида протекает селективно по экзоциклической двойной связи с образованием 2-дигалогенметил-2,4-дигалоген-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопентенов-4.

Основное содержание диссертации Белозеровой О. В. (Седуновой О. В.) изложено в следующих работах:

1. Potapov V. A., Amosova S. V., Zhnikin A. R., Sedunova O. V., Starkova A. A. Stereoselective thioselenation of acetylene // *Sulfur Letters*. 2001. V. 24(6). P. 251-256.
2. Потапов В. А., Амосова С. В., Белозерова О. В., Гендин Д. В. Замещение двух селеногрупп на две тиогруппы в термической реакции 1-фенил-1,2-бис(метилселено)этена с дифенилдисульфидом // *ЖОрХ*. 2002. Т. 38. Вып. 9. С. 1426.
3. Потапов В. А., Амосова С. В., Белозерова О. В., Ярош О. Г., Гендин Д. В., Воронков М. Г. Стереоселективное присоединение диметилдиселенида к триметилэтинилсилану // *ЖОХ*. 2003. Т. 73. Вып. 7. С. 1227-1228.
4. Потапов В. А., Амосова С. В., Белозерова О. В., Ярош О. Г., Гендин Д. В., Воронков М. Г. Термическое присоединение дифенилдисульфида к триметилэтинилсилану в присутствии диметилдиселенида // *ЖОХ*. 2003. Т. 73. Вып. 8. С. 1399-1400.
5. Потапов В. А., Амосова С. В., Белозерова О. В., Албанов А. И., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Синтез 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульвенов // *ХГС*. 2003. № 4. С. 633-634.
6. Потапов В. А., Амосова С. В., Белозерова О. В., Албанов А. И., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Реакция тетрабромид селена с диметилдиэтинилсиланом // *ХГС*. 2003. № 4. С. 634-635.
7. Клыба Л. В., Амосова С. В., Белозерова О. В., Потапов В. А., Жанчинова Е. Р., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Масс-спектры 3,6-дигалоген-4,4-диметил-1,4-селенасилафульвенов и 2,4-дигалоген-2-дигалогенметил-3,3-диметил-1-селена-3-силациклопент-4-енов // *Изв. РАН. сер. хим.* 2005. № 3. С. 639-642.
8. Potapov V. A., Doron'kina I. V., Belozzerova O. V., Amosova S. V. and Korsun O. V. Reaction of organic dichalcogenides with acetylenes in the presence of tin tetrachloride. // *Memorial Int. Symp. "Modern trends in organometallic and catalytic chemistry"*. – Moscow, 2003. – P88.
9. Amosova S. V., Potapov V. A., Belozzerova O. V., Albanov A. I., Yarosh O. G. and Voronkov M. G. Reaction of selenium dihalides with dimethyldiethynylsilane // *Memorial Int. Symp. "Modern trends in organometallic and catalytic chemistry"*. – Moscow, 2003. – P86.
10. Потапов В. А., Амосова С. В., Жникин А. Р., Старкова А. А., Седунова О. В. Селективное тиоселенирование ацетилену // *Тез. докл. XX Всероссийская конференция по химии и технологии органических соединений серы*. – Казань, 1999. – С. 117.
11. Седунова О. В., Амосова С. В., Потапов В. А., Гендин Д. В. Присоединение аллилметилтеллурида к фенилацетилену // *Сб. науч. тр. / ИрГТУ, Проблемные вопросы Восточно-Сибирского региона*. – Иркутск, 2001. – С. 102.

12. Потинцов В. А., Амосова С. В., Седунова О. В., Гейдин Д. В., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Стереоселективный синтез (Z)-1-тиоэтиленовых-1,2-бис(метилселено)этена и (Z)-1,2-бис(метилселено)этиленовых диселенидов и триэтилтиоэтиленовых / Сб. науч. тр. ИргТУ. Проблемные вопросы Восточно-Сибирского региона. – Иркутск, 2001. – С. 107-109.
13. Потинцов В. А., Амосова С. В., Седунова О. В., Гейдин Д. В., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Термическое протекание димеризации триэтилтиоэтилена в присутствии дигалогенидсоединений / ИргТУ. Проблемные вопросы Восточно-Сибирского региона. – Иркутск, 2001. – С. 103-104.
14. Potapov V. A., Amosova S. V., Zhnikin A. R., Sedunova O. V., Yarovskiy O. G. Stereoselective thioselecton of acetylene // XEX Int. Symp. Org. Chemistry of Sulfur. – Sheffield, UK, 2000. – PP5.
15. Потинцов В. А., Амосова С. В., Седунова О. В., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Стереоселективное диселенирование триэтилтиоэтилена // 1-й Всерос. симпозиум по химии органических соединений серы. – Иркутск, 2001. – С. 214.
16. Потинцов В. А., Амосова С. В., Седунова О. В., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Удешевление легкое замещение селеногруппы на тиогруппу в реакциях реакций органических селенидов с органическими сульфидами // 1-й Всерос. симпозиум по химии органических соединений серы. – Иркутск, 2001. – С. 215.
17. Potapov V. A., Amosova S. V., Zhnikin A. R., Doron'kina I. V., Sedunova O. V. and Korshin O. V. Reactions of chalcogen reagents with alkyenes: synthesis, reaction and reactivity in the range: sulfur, selenium, tellurium // 1-й Всерос. симпозиум по химии органических соединений серы. – Иркутск, 2001. – С. 216.
18. Potapov V. A., Amosova S. V., Sedunova O. V., Yarovskiy O. G., Voronkov M. G., Gaidin D. V. The accelerating effect of organic disulfides and dithiolenes on the radical addition of organic dinitrides to acetylenic compounds // XEX Int. Symp. Org. Chemistry of Sulfur: Flagstaff, Arizona, USA, 2002. – PT 3.
19. Бондарова О. В., Амосова С. В., Ярош О. Г., Воронков М. Г. Новые реакции замещенных дитиоэтиленов с дитиоэтиленом // Сб. науч. тр. посвященный 75-летию ИргТУ. Перспективы развития фундаментальной экологии и автоматизации химических, пищевых и текстильных производств. – Иркутск, 2005. – С. 106-107.

Подписано к печати 16. 11.05 Формат 60х90х16.
Булега тлоши болиа. Печать RIZO Уол. пэч. и. 1.0.
Тираж 100 экз.
Закэз №513 Отпечатано в ООО «Вектор»

