|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ ГЕРМАНІЮ, СТАНУМУ, ПЛЮМБУМУ, БІСМУТУ, СТИБІЮ** **Органические соединения олова и свинца (станнаны и плюмбаны)**Из [металлоорганических соединений](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2540.html) элементов четвертой группы периодической системы наибольший интерес представляют оловоорганические и свинцовоорганические соединения. Для [олова](http://www.xumuk.ru/bse/1909.html) известны соединения многих типов; среди них важнейшие — *тетраалкилстаннаны.* Это тяжелые, ядовитые [жидкости](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1545.html). Тетраалкилстаннаны и тетраалкилплюмбаны имеют эфирно-фруктовый запах с неприятным «металлическим» оттенком, многими плохо различаемый.*Тетраметилстаннан* Sn(CH3)4 кипит при 78° С, относительная плотность 1,314 (при 20° С); *тетраэтилстаннан* Sn(C2H5)4 кипит при 180° С, относительная плотность 1,196 (при 20° С).[Галоидированием](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/898.html) тетраалкилстаннанов или присоединением [галоидных алкилов](http://www.xumuk.ru/organika/55.html) к ненасыщенным диалкилстаннанам получают [галогениды](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/896.html) триалкилстаннанов — [жидкости](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1545.html) с острым противным запахом — например (C2H5)3SnCl с т. кип. 208° С и относительной плотностью 1,428 (при 8° С). Из них обменным разложением можно получить, например, (C2H5)3SnOH — сильное [основание](http://www.xumuk.ru/bse/1935.html) с т. пл. 43° С, перегоняющееся при 272° С, [Восстановлением](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/827.html) [хлорида](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5040.html) триалкилстаннана действием [натрия](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2757.html) можно получить *гексаалкилдистаннан:*http://www.xumuk.ru/organika/ch-515.gifПри [алкилировании](http://www.xumuk.ru/bse/97.html) станнита [калия](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1786.html) (в [растворе](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html)) получаются, в частности, следующие продукты:http://www.xumuk.ru/organika/ch-516.gifДействием [кислот](http://www.xumuk.ru/bse/1276.html) на *окись диалкилстаннана* можно получить кристаллические дихлориды, дибромиды и т. п.:http://www.xumuk.ru/organika/ch-517.gif*Диэтилдихлорстаннан* плавится при 85° С и перегоняется при 220° С. При [восстановлении](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/827.html) [натрием](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2757.html) он дает *диэтилстаннан* Sn(C2H5)2 — [жидкость](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1545.html), кипящую с разложением при 150° С. Диэтилстаннан можно получить также действием галоидалкила на [сплав олова](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3105.html) с [натрием](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2757.html).При действии галоидалкилов на галоидные [соли](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4124.html) закисного [олова](http://www.xumuk.ru/bse/1909.html) получаются алкилтрихлорстаннаны, например:http://www.xumuk.ru/organika/ch-518.gif*Метилтрихлорстаннан* — кристаллическое, дымящее на влажном [воздухе](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/800.html) [вещество](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html); т. пл. 43° С. [Гидролиз](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1047.html) его [водой](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/786.html) может идти таким образом:http://www.xumuk.ru/organika/ch-519.gifИз *свинцовоорганических соединений* лучше всего изучены тетраалкилпроизводные PbR4, а также триалкилзамещенные R3PbX, обладающие свойствами, близкими к солеобразным.Осторожным действием на тетраалкилпроизводные безводного [хлористого водорода](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5044.html) в спиртовом [растворе](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) получаются [хлориды](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5040.html), например:http://www.xumuk.ru/organika/ch-520.gifИз триэтилхлорида [свинца](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3976.html) может быть получено [основание](http://www.xumuk.ru/bse/1935.html) (С2Н5)3РbОН (бесцветные [иглы](http://www.xumuk.ru/lekenc/3413.html)), [ацетат](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/423.html) (С2Н5)3Pb—ООССН3 (т. пл. 160° С) и т. п. При обработке [тетраэтилсвинца](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) в толуольном [растворе](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) [хлористым водородом](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5044.html) при 90° С отщепление алкильных групп идет дальше:http://www.xumuk.ru/organika/ch-521.gifПри [электролизе](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5304.html) спиртовых [растворов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3823.html) (С2Н5)3РbOH на [катоде](http://www.xumuk.ru/bse/1239.html) образуется *гексаэтилдиплюмбан* [(С2Н5)3Pb]2 — очень тяжелая [жидкость](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1545.html) (относительная плотность 1,94), перегоняющаяся с водяным [паром](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3187.html).http://www.xumuk.ru/organika/ch-522.gifВ сыром продукте, получаемом при действии галоидалкилов на [сплавы](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4178.html) [натрия](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2757.html) со [свинцом](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3976.html), по-видимому, наряду с PbR4 содержатся также соединения PbR и PbR3, которые часто называютненасыщенными свинцовоорганическими соединениями.[*Тетраэтилсвинец*](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html)— наиболее важный представитель плюмбанов — получают в технике действием [хлористого этила](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5440.html) на [сплав](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4178.html) [натрия](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2757.html) со [свинцом](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3976.html), взятым в избытке:http://www.xumuk.ru/organika/ch-523.gifПо окончании [реакции](http://www.xumuk.ru/bse/2325.html) образовавшийся [тетраэтилсвинец](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) отгоняют из реакционной массы с водяным [паром](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3187.html). При [перегонке](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3244.html) под атмосферным [давлением](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1165.html) [тетраэтилсвинец](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) в значительной степени разлагается.[Тетраэтилсвинец](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) широко применяется (в настоящее время почти не применяется)в качестве [добавки](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3374.html) к [моторному топливу](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2704.html) для двигателей, работающих по четырехтактному циклу с принудительным зажиганием горючей смеси в цилиндре в определенном месте хода поршня. Небольшие [добавки](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3374.html) «этиловой жидкости» (1—3 *мл* на 1 *кг* [бензина](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/507.html)) значительно улучшают качество [бензина](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/507.html), устраняя явление «стука» в моторе, обусловливаемое преждевременным зажиганием горючей смеси. [Тетраэтилсвинец](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) повышает «октановое число» [бензина](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/507.html).[Тетраэтилсвинец](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) является весьма ядовитым [веществом](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html). Особенно опасно длительное воздействие малых [доз](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1475.html) [тетраэтилсвинца](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html), казалось бы не вызывающих болезненных явлений. Эта опасность связана с тем, что в [организме](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/692.html) происходит накапливание этого [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) и симптомы серьезного [отравления](http://www.xumuk.ru/toxicchem/15.html) (поражение нервной системы и пр.) появляются со значительным запозданием.[Тетраэтилсвинец](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html) действует не только при вдыхании его [паров](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3187.html), но проникает в [организм](http://www.xumuk.ru/biospravochnik/692.html) и через кожные покровы. Он особенно опасен еще и потому, что обладает лишь слабым, малохарактерным металлическим фруктовым запахом, не привлекающим внимания.Чрезвычайно ядовиты и некоторые продукты неполного разрушения [тетраэтилсвинца](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4414.html), такие, как (С2Н5)3РbСl, получающиеся при действии на него хлорирующих агентов. Поскольку эти [вещества](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/721.html) практически нелетучи, опасность [отравления](http://www.xumuk.ru/toxicchem/15.html) может возникнуть лишь при их распылении.Не так давно был получен ряд [металлоорганических соединений](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2540.html) тяжелых [металлов](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2548.html), в том числе элементов нечетных рядов. Получены [соединения меди](http://www.xumuk.ru/toxicchem/140.html), [серебра](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4022.html), [золота](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1576.html), [хрома](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5080.html), [железа](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1527.html), [платины](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3401.html) и пр. Свойства этих соединений сильно отличаются от свойств обычных [металлоорганических соединений](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2540.html). Большей частью они отличаются значительной неустойчивостью уже при обыкновенной [температуре](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4344.html).Интересны сравнительно устойчивые соединения четырехвалентного, пятивалентного и шестивалентного [хрома](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5080.html) типов R3CrCl, R4CrCl и R5CrCl. [Ароматическое соединение](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/372.html) (С6Н5)5CrOH оказалось сильным [основанием](http://www.xumuk.ru/bse/1935.html).**Германийорганические соединения** — [металлоорганические соединения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) содержащие [связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) «[германий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%22%20%5Co%20%22%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9)-[углерод](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4)». Иногда ими называются любые органические соединения, содержащие германий. Первое германоорганическое соединение — тетраэтилгерман, было синтезировано немецким химиком Клеменсом Винклером ([нем.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA%22%20%5Co%20%22%D0%9D%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Clemens Winkler*) в 1887 году. **Классификация**Германийорганические соединения можно рассматривать как замещённые производные гидридов германия, преимущественно [германов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%8B). Гидриды германия: * [германы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%8B) — соединения типа Ge*n*H2*n*+2 (где *n* от 1 до 8)
* [гермилены](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD) — соединения типа (GeH2)n.

Германийорганические соединения:1. производные германов — в основном [дигермана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD) и [моногермана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD)
	* Ge2R6 и GeR4; R — [алкил](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%BA%D0%B8%D0%BB), [ацил](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D1%86%D0%B8%D0%BB&action=edit&redlink=1), [арил](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B8%D0%BB).
	* [галогенгерманы](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%8B&action=edit&redlink=1) GeHal*n*R*m*H4—(*n*—*m*)
	* [алоксигерманы](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%8B&action=edit&redlink=1)
	* [дигермоксаны](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D1%8B&action=edit&redlink=1) - «эфиры» с формулой R3Ge—O—GeR3
	* [дигермазаны](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D1%8B&action=edit&redlink=1)
2. производные гермиленов.

**Получение**Прямой синтез из [галогенопроизводных](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5&action=edit&redlink=1) [углеводородов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%8B) и чистого германия Ge + RCl → R2GeCl2 + R3GeCl + RGeCl3 при температуре 400 °C в присутствии [меди](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D1%8C) Другие методы не являются промышленными, кроме замещения германов. Различные германийорганические соединения используются как теплоносители, добавки к [смазке](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D0%B0%D0%B7%D0%BA%D0%B0), [сополимеры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B). |  |

**Висмуторганические соединения –** соединения, в которых атом [висмута](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%81%D0%BC%D1%83%D1%82) соединён непосредственно с атомом углерода органических функциональных групп. К таким соединениям относятся соединения Bi(III) с общей формулой R*n*BiX3−*n*, где R — алкильные и/или арильные радикалы, X = чаще всего Hal; *n* = 1—3. Кроме того, известны висмуторганические соединения Bi(V) вида Ar3BiX2, соли висмутония [Ar4Bi]+X- и Ar5Bi.

Соединения R3Bi и Ar5Bi получили название полных или симметричных, остальные висмуторганические соединения называют смешанными.

Триалкилвисмуты Alk3Bi представляют собой жидкости, остальные висмуторганические соединения являются кристаллическими веществами.

Соединения Alk3Bi легко окисляются кислородом воздуха, причём соединения с низшими заместителями способны самовоспламеняться. Они также взрываются при перегонке при атмосферном давлении. При переходе к Ar3Bi устойчивость висмуторганических соединений к окислению на воздухе существенно возрастает.

Алкил- и арилвисмуты устойчивы к действию воды и разбавленных кислот, подвергаются деалкилированию/деарилированию при действии концентрированных неорганических и органических кислот, а также при взаимодействии с TlCl, HgCl2, CuCl2, AlCl3:



**Получение и применение**



**Органические соединения стибия (сурьмы)**



