

кристаллов путем испарения растворителя вакуумом. Полученное вещество перекристаллизовывали из смеси $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{гексан}$. Выход 2,50 г (95,0%). Найдено, %: С 51,30; Н 3,80. Для $\text{C}_{41}\text{H}_{35}\text{F}_6\text{P}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 51,33; Н 3,60.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$)(TPPMS) $_2$ ($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (2). К раствору [Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$)(TPPMS) $_2$ Cl] (0,2 г, 0,215 ммоль) и NaPF $_6$ (0,04 г, 0,238 ммоль) в MeOH (25 см 3) добавляли при комнатной температуре белый фосфор (0,03 г, 0,242 ммоль). Результирующую смесь перемешивали при комнатной температуре в течение 25 мин. После этого комплекс 2 выделяли в виде оранжевых микрокристаллов путем испарения растворителя вакуумом. Осадок промывали диэтиловым эфиром (10 мл x 2) и сушили вакуумом. Выход 0,19 г (76,0%). Найдено, %: С 40,96; Н 3,20. Для $\text{C}_{41}\text{H}_{33}\text{F}_6\text{Na}_2\text{O}_6\text{P}_7\text{RuS}_2$ вычислено, %: С 42,32; Н 2,84.

Соединения 3-8 синтезировали по аналогичной процедуре, разработанной для комплекса 1.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{Me}_5$)(PPh $_3$) $_2$ ($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (3). Выход 0,31 г (79,5%). Найдено, %: С 53,58; Н 4,20. Для $\text{C}_{46}\text{H}_{45}\text{F}_6\text{P}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 53,67; Н 4,37.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{Me}_5$)(dppm)($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (4). Выход 0,15 г (79,0%). Найдено, %: С 47,10; Н 4,00. Для $\text{C}_{35}\text{H}_{37}\text{F}_6\text{P}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 47,28; Н 4,16.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$)(dppe)($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (5). Выход 0,74 г (95,0%). Найдено, %: С 44,85; Н 3,78. Для $\text{C}_{31}\text{H}_{29}\text{F}_6\text{P}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 44,70; Н 3,48.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{Me}_5$)(dppe)($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (6). Выход 0,16 г (76,0%). Найдено, %: С 47,96; Н 4,50. Для $\text{C}_{36}\text{H}_{39}\text{F}_6\text{P}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 47,87; Н 4,32.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$)(dppf)($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (7). Выход 0,72 г (92,0%). Найдено, %: С 47,72; Н 3,51. Для $\text{C}_{39}\text{H}_{33}\text{F}_6\text{FeP}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 47,36; Н 3,33.

[Ru($\eta^5\text{-C}_5\text{Me}_5$)(dppf)($\eta^1\text{-P}_4$)]PF $_6$ (8). Выход 0,2 г (71,0%). Найдено, %: С 49,93; Н 4,27. Для $\text{C}_{44}\text{H}_{43}\text{F}_6\text{FeP}_7\text{Ru}$ вычислено, %: С 49,70; Н 4,06.

Спектры ЯМР $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ и ^1H синтезированных комплексов регистрировали на приборах Bruker AC-200 и Varian Gemini g300bb, элементный анализ проводили с помощью прибора Elementaranalyser 240 (фирмы Perkin Elmer), рентгеноструктурный – дифрактометров Oxford Diffraction X Calibur 3 CCD и Bruker AXS APEX CCD (MoK α -излучение). Структура расшифрована прямыми методами [14]. Для графического изображения использовали программу ORTEP [15].

Результаты и их обсуждение. Комплексы 1-8 были выделены в твердом состоянии с хорошими

выходами (71–95%). Эти вещества стабильны в сухой инертной атмосфере и растворе при комнатной температуре. Комплексы 1, 3-8 растворимы в ТГФ, ацетоне, а комплекс 2 в них практически не растворялся. Он хорошо растворим в протонных полярных растворителях как вода и алифатические спирты (MeOH, EtOH).

Спектры ЯМР $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ комплексов 1-8 в дейтерированных растворителях (ацетон, хлороформ) показали наличие трех сигналов с соотношениями интенсивностей 2 : 1 : 3. Согласно фосфорным спектрам синтезированные комплексы рутения (II), содержащие $\eta^1\text{-P}_4$ лиганд, относятся к хорошо разрешенным C_2AV_3 спиновым системам при наличии дополнительного взаимодействия с Р-атомами вспомогательных монодентатных и бидентатных лигандов.

Фосфорные атомы координированной молекулы белого фосфора в комплексах 1-8 составляют AV_3 часть спиновой системы. При координации с атомом рутения химические сдвиги четырех фосфорных атомов молекулы белого фосфора сдвигаются в область слабого поля по сравнению с резонансом свободной молекулы P_4 ($\delta = -520$ м. д.). Химические сдвиги фосфорных атомов монодентатных и бидентатных вспомогательных фосфиновых лигандов (P_C) комплексов 1-8 имеют разные значения, зависящие от природы фосфина, и дают на спектре ЯМР $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ дуплет в области слабого поля благодаря спин-спиновому взаимодействию с атомом P_A ($^2J(\text{P}_A\text{-P}_C)_{\text{средн}} = 56,2$ Гц), связанным с атомом металла. Металлированный атом P_A дает на фосфорном спектре квартет триплетов и характеризуется большим сдвигом в области слабого поля по сравнению с некоординированными P_B фосфорными атомами и со свободной молекулой P_4 . Три P_B неэквивалентных свободных Р-атома η^1 -координированного P_4 лиганда дают дуплет дуплетов на фосфорных ЯМР спектрах и характеризуются большими константами химического взаимодействия с P_A атомами ($^1J(\text{P}_A\text{-P}_B)_{\text{средн}} = 233,4$ Гц). Значения фосфорных химических сдвигов и

