

Майму ЛЕХТВЕЕР, Сильвия РАНГ,
О. ЭЙЗЕН, Т. САКС

ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ *n*-АЛКЕНОВ C₈—C₁₄

В настоящей статье приводятся ИК-спектры *n*-алкенов C₈—C₁₄ (таблица), о которых в литературе соответствующие данные отсутствуют.

Методика эксперимента описана ранее [1, 2].

Согласно литературным данным [3-7], в ИК-спектрах *n*-алкенов полосы поглощения при частотах 2964—2951 см⁻¹ и 2878—2868 см⁻¹, соответственно, относятся к антисимметричным (ν_{as}) и симметричным (ν_s), а пики при 2933—2915 и 2862—2850 см⁻¹ — к колебаниям метильной и метиленовой групп (ν_{as} и ν_s).

Маятниковые деформационные колебания группы (—CH₂—)_n проявляются у *цис*-алкенов при 726—723 и у *транс*-алкенов при 733—722 см⁻¹ (таблица).

Полосы деформационных колебаний водородных атомов в плоскости двойной связи у дизамещенных этилена (*цис*) проявляются при 1260 и вблизи 1405 см⁻¹ и у *транс*-изомеров — в области 1310—1295 см⁻¹ [3-7] (1306—1296 см⁻¹; таблица).

Полоса валентного колебания C=C обнаруживается в интервале 1690—1620 см⁻¹, интенсивность ее уменьшается с увеличением симметрии молекулы. Положение этой полосы зависит от степени замещения у двойной связи и геометрии молекулы. У соединений, имеющих *транс*-конфигурацию относительно двойной связи, совпадающей с центром симметрии, валентные колебания группы C=C не приводят к заметному изменению дипольного момента, и поглощения в этой части спектра у них не наблюдается. В случае же *цис*-алкенов происходит некоторое изменение дипольного момента [3-7]. *цис*-2-...7-Алкены имеют слабые полосы поглощения при 1663—1654 см⁻¹ (таблица).

Частоты валентных колебаний =C—H около 3000 см⁻¹ определяются степенью замещения у двойной связи. Характеристические полосы антисимметричных валентных колебаний группы =CH₂ наблюдаются у структур типа CHR=CH₂ в интервале 3095—3010 см⁻¹ и валентные колебания группы =CHR — при 3040—3010 см⁻¹. При помощи этих полос можно дифференцировать структуры —CH=CH₂ (обе полосы),

>C=CH₂ (только первая полоса) и >C=CH— (только вторая полоса) [3-7]. Для неразветвленных *цис*- и *транс*-алкенов характерна сильная абсорбция при 3018—3003 и 3035—3018 см⁻¹, соответственно (таблица).

В области 1000—800 см⁻¹ в спектре алкенов лежат весьма характерные полосы неплоских деформационных колебаний H—C=C—H, интенсивность которых изменяется обратно пропорционально молекулярной массе [3, 6, 7]. По поглощению в этой области можно определить конце-

Частоты поглощения *n*-алкенов C₈—C₁₄

Углеводород (чистота, %)	Частота, см ⁻¹														
1	2														
<i>цис</i> -2-Октен (98,4)	700	731	840	910	927	973	990	1035	1063	1077	1107	1133	1343		
	1370	1378	1403	1450	1465	1630	1640	1658	1684	1721	1737	2003			
	2638	2670	2733	2857	2870	2930	2958	3011	3072						
<i>цис</i> -2-Нонен (99,9)	700	725	813	853	880	890	903	938	966	995	1010	1033	1050	1076	
	1112	1133	1185	1210	1220	1270	1302	1317	1342	1370	1376	1402			
	1440	1462	1660	2670	2730	2770	2858	2874	2926	2960	3015	3072			
<i>цис</i> -2-Децен (95,5)	703	724	830	848	895	918	945	965	995	1031	1061	1076	1114	1382	
	1407	1450	1468	1657	2680	2731	2853	2869	2922	2953	3018	3070			
<i>цис</i> -2-Ундецен (99,2)	583	700	724	813	850	895	922	950	968	978	1000	1017	1034	1063	
	1077	1118	1134	1178	1200	1248	1280	1303	1318	1343	1370	1378			
	1403	1467	1659	2858	2876	2929	2962	3070							
<i>цис</i> -2-Додецен (97,8)	665	703	723	968	1035	1078	1120	1135	1170	1183	1197	1240	1260		
	1280	1312	1322	1350	1374	1382	1407	1470	1662	2854	2870	2930			
	2958	3012	3070												
<i>транс</i> -2-Октен (99,1)	728	858	860	889	912	932	968	1015	1025	1050	1078	1107	1135	1183	
	1197	1220	1230	1255	1280	1303	1342	1378	1443	1460	1565	1590			
	1638	1664	1685	1720	1735	1813	2007	2673	2735	2854	2871	2925			
	2955	2989	3025												
<i>транс</i> -2-Нонен (96,3)	727	913	968	1015	1042	1062	1077	1113	1137	1184	1223	1273	1310		
	1382	1446	1465	1720	2728	2854	2870	2928	2958	2990	3024				
<i>транс</i> -2-Децен (99,9)	724	833	848	898	924	966	1021	1038	1075	1121	1179	1195	1216		
	1289	1308	1346	1355	1381	1446	1463	1673	1721	1808	2675	2732			
	2853	2869	2922	2953	2987	3026									
<i>транс</i> -2-Ундецен (98,0)	722	925	965	1018	1038	1060	1076	1118	1132	1243	1305	1342	1350		
	1376	1440	1460	2732	2856	2873	2926	2960	2990	3023					
<i>транс</i> -2-Додецен (99,7)	723	966	1021	1036	1074	1118	1132	1172	1181	1196	1240	1269			
	1307	1346	1354	1379	1442	1466	1678	1725	2680	2731	2853	2868			
	2922	2953	2984	3026											
<i>транс</i> -2-Тридецен (98,9)	723	893	924	966	1040	1077	1121	1182	1233	1306	1344	1353	1378		
	1443	1457	1466	1676	1725	2680	2735	2858	2877	2930	2962	3027			
<i>транс</i> -2-Тетрадецен (96,6)	724	895	912	968	1040	1078	1122	1169	1183	1226	1258	1307	1345		
	1355	1370	1379	1445	1457	1469	1720	1795	2004	2684	2736	2860			
	2877	2933	2963	3028											
<i>цис</i> -3-Октен (95,2)	720	821	841	868	879	898	928	970	1027	1072	1104	1141	1183	1200	
	1250	1307	1326	1347	1382	1407	1470	1661	2860	2872	2915	2930			
	2960	3007	3070												
<i>цис</i> -3-Нонен (99,9)	725	835	844	859	883	895	908	918	955	968	991	1021	1038	1070	1105
	1140	1182	1195	1215	1229	1256	1278	1286	1307	1346	1382	1407			
	1467	1644	1658	2038	2669	2730	2855	2869	2896	2924	2955	3008			
	3075														
<i>цис</i> -3-Децен (97,9)	724	817	865	890	915	927	957	968	990	1022	1070	1111	1139	1185	
	1210	1220	1277	1302	1323	1376	1402	1453	1462	1642	1658	2670			
	2730	2857	2874	2928	2962	3007									
<i>цис</i> -3-Ундецен (98,0)	725	835	868	885	930	970	1028	1071	1116	1140	1183	1200	1225		
	1265	1306	1323	1353	1380	1406	1468	1658	2853	2870	2930	2960			
	3005	3070													
<i>цис</i> -3-Додецен (99,2)	724	865	904	944	968	1023	1069	1115	1180	1194	1249	1278	1305		
	1323	1345	1354	1379	1405	1466	1657	1693	2642	2680	2730	2853			
	2869	2922	2955	3008	3070										
<i>цис</i> -3-Тридецен (99,8)	724	830	868	890	920	967	1028	1071	1118	1141	1178	1196	1240		
	1273	1304	1352	1378	1404	1445	1456	1465	1635	1658	1685	1710			
	1730	2680	2733	2858	2877	2930	2963	3010	3070						

1	2
<i>транс</i> -3-Октен (97,7)	733 893 933 968 1048 1070 1079 1104 1123 1198 1239 1250 1296 1341 1376 1440 1462 1585 1800 2600 2675 2733 2855 2872 2928 2962 3028
<i>транс</i> -3-Нонен (99,0)	729 813 850 882 900 920 970 1030 1056 1073 1082 1112 1135 1200 1234 1303 1350 1383 1450 1460 1470 2855 2873 2930 2963 3025
<i>транс</i> -3-Децен (97,8)	726 848 891 904 967 1077 1098 1123 1152 1180 1192 1218 1246 1268 1289 1296 1310 1335 1351 1382 1446 1466 1670 1777 2032 2670 2685 2732 2853 2869 2923 2955 3029
<i>транс</i> -3-Ундецен (97,9)	724 809 833 892 900 966 1028 1067 1078 1098 1113 1134 1140 1180 1195 1214 1242 1260 1299 1310 1346 1381 1446 1466 1676 1777 2032 2679 2730 2850 2869 2921 2955 3008 3029
<i>транс</i> -3-Додецен (99,3)	723 802 820 897 967 1022 1036 1067 1078 1115 1140 1174 1200 1245 1295 1305 1345 1376 1440 1460 1672 1780 1825 2032 2675 2730 2855 2873 2926 2962 3025
<i>транс</i> -3-Тридецен (96,6)	724 810 872 900 968 1035 1068 1080 1119 1142 1170 1183 1196 1240 1300 1348 1377 1442 1455 1467 1670 1715 2678 2733 2858 2876 2930 2964 3028 3070
<i>транс</i> -3-Тетрадецен (99,8)	724 898 968 1040 1068 1080 1100 1120 1140 1180 1265 1300 1350 1377 1442 1455 1464 1672 1686 1738 2678 2732 2858 2876 2929 2963 3026
<i>цис</i> -4-Октен (99,1)	710 860 880 903 969 997 1010 1049 1060 1072 1090 1140 1218 1263 1318 1336 1377 1402 1440 1460 1659 2664 2713 2733 2852 2868 2874 2930 2960 3008 3069
<i>цис</i> -4-Нонен (99,9)	716 818 854 871 890 923 943 971 1020 1046 1058 1071 1102 1271 1303 1318 1344 1383 1407 1470 1644 1660 1692 2652 2665 2859 2870 2925 2954 3010 3070
<i>цис</i> -4-Децен (99,9)	720 855 872 895 916 938 968 1006 1015 1045 1058 1072 1088 1105 1132 1140 1182 1194 1218 1230 1254 1269 1317 1341 1382 1406 1467 1655 2634 2665 2732 2856 2869 2923 2953 3008 3070
<i>цис</i> -4-Ундецен (97,5)	726 817 859 874 889 915 935 972 1015 1024 1052 1074 1093 1115 1125 1270 1308 1320 1341 1353 1382 1407 1469 1645 1660 1704 2855 2868 2928 2960 3005 3070 3100
<i>цис</i> -4-Додецен (97,4)	725 831 854 871 890 918 940 968 1058 1071 1081 1114 1135 1180 1200 1218 1261 1271 1294 1315 1342 1351 1379 1405 1467 1654 1720 2670 2733 2853 2869 2922 2953 3008
<i>цис</i> -4-Тридецен (97,2)	724 858 874 892 940 970 979 1017 1049 1060 1074 1093 1117 1142 1177 1198 1222 1256 1270 1302 1322 1340 1352 1379 1404 1455 1466 1634 1659 1683 1706 1723 2670 2715 2736 2859 2876 2930 2961 3010
<i>цис</i> -4-Тетрадецен (97,7)	723 830 857 873 890 969 1010 1050 1060 1074 1092 1120 1140 1180 1195 1223 1240 1270 1312 1339 1352 1378 1403 1467 1657 2858 2876 2930 2962 3010
<i>транс</i> -4-Октен (99,9)	743 863 890 970 1010 1023 1061 1099 1140 1182 1198 1210 1233 1265 1306 1340 1355 1378 1440 1463 1707 1860 2610 2673 2720 2735 2778 2842 2860 2871 2928 2960 2985 3028
<i>транс</i> -4-Нонен (99,6)	728 830 870 890 920 970 1030 1065 1100 1145 1200 1230 1265 1300 1306 1340 1380 1440 1468 1670 1700 1730 1830 2857 2870 2924 2955 2979 3029
<i>транс</i> -4-Децен (97,8)	728 798 846 892 920 970 1065 1098 1109 1123 1150 1180 1191 1215 1229 1265 1284 1305 1344 1354 1382 1444 1467 1669 1752 1833 2670 2715 2732 2856 2869 2922 2952 2978 3032
<i>транс</i> -4-Ундецен (99,5)	726 890 968 1001 1018 1028 1048 1067 1098 1110 1132 1142 1180 1194 1219 1265 1291 1306 1343 1354 1381 1442 1467 1676 1759 1857 2670 2713 2732 2853 2869 2921 2953 2980 3029

1	2
<i>транс-4-Додецен</i> (99,7)	724 892 968 1013 1028 1043 1070 1098 1113 1142 1180 1196 1222 1262 1278 1307 1343 1354 1379 1442 1467 1676 1724 2671 2715 2733 2853 2869 2923 2953 2978 3032
<i>транс-4-Тридецен</i>	724 870 892 970 1023 1049 1073 1115 1142 1175 1182 1200 1220 1250 1266 1305 1341 1353 1378 1670 2674 2720 2735 2858 2876 2930 2962 3028
<i>транс-4-Тетрадецен</i> (96,6)	723 892 970 1030 1057 1078 1118 1144 1173 1182 1198 1267 1307 1342 1354 1370 1380 1443 1458 1468 2676 2720 2737 2860 2877 2932 2963 3035
<i>цис-5-Децен</i> (98,7)	675 687 718 823 857 875 892 918 937 969 1008 1028 1072 1102 1138 1182 1195 1212 1231 1243 1264 1289 1303 1316 1346 1367 1383 1407 1466 1658 1705 2650 2676 2718 2735 2856 2870 2924 2953 3005
<i>цис-5-Ундецен</i> (97,7)	727 838 844 877 893 923 947 967 1031 1064 1075 1102 1302 1315 1345 1381 1406 1468 1659 2645 2713 2727 2854 2868 2924 2953 3001
<i>цис-5-Додецен</i> (99,0)	727 818 846 858 890 927 939 965 1018 1031 1054 1078 1104 1301 1315 1345 1353 1381 1406 1467 1657 1689 2674 2713 2731 2853 2869 2921 2953 3008 3070
<i>цис-5-Тридецен</i> (97,5)	726 825 848 880 896 924 970 1010 1026 1050 1065 1104 1300 1315 1343 1380 1406 1445 1468 1660 1685 1723 2655 2678 2738 2862 2877 2932 2963 3012 3073
<i>цис-5-Тетрадецен</i> (99,0)	724 816 852 878 893 926 942 968 1024 1104 1247 1285 1300 1310 1343 1378 1403 1355 1467 1657 1690 1722 1738 2650 2677 2735 2859 2876 2930 2962 3010
<i>транс-5-Децен</i> (98,1)	731 931 970 1064 1076 1093 1109 1121 1194 1210 1240 1256 1306 1344 1368 1382 1443 1468 1649 1679 1809 2650 2676 2720 2732 2857 2869 2923 2953 2979 3018
<i>транс-5-Ундецен</i>	730 969 1022 1063 1076 1106 1243 1268 1286 1305 1344 1370 1381 1444 1468 1673 2673 2718 2730 2854 2868 2922 2951 2978 3029
<i>транс-5-Додецен</i> (99,5)	727 890 926 968 1028 1065 1078 1105 1305 1344 1357 1380 1442 1467 1673 2662 2732 2853 2869 2922 2952 2978 3028
<i>транс-5-Тридецен</i> (97,4)	726 928 968 1037 1078 1106 1246 1305 1342 1353 1378 1440 1468 1670 2650 2676 2736 2858 2876 2930 2962 3030
<i>транс-5-Тетрадецен</i> (96,6)	724 930 970 1046 1080 1106 1245 1303 1343 1354 1367 1379 1440 1455 1468 1670 2030 2676 2720 2737 2858 2877 2932 2962 3025
<i>цис-6-Додецен</i> (99,1)	732 844 969 1041 1064 1074 1105 1133 1305 1315 1323 1335 1344 1370 1381 1406 1467 1655 2668 2681 2716 2730 2854 2869 2924 2953 3008 3070
<i>цис-6-Тридецен</i> (98,2)	678 727 848 890 913 925 969 1002 1020 1043 1053 1080 1108 1272 1305 1313 1343 1368 1380 1405 1445 1455 1468 1660 1700 1813 2637 2670 2720 2736 2862 2878 2932 2964 3013 3074
<i>цис-6-Тетрадецен</i> (98,0)	677 700 727 835 848 898 915 969 1003 1030 1050 1092 1106 1284 1310 1343 1368 1379 1404 1445 1455 1468 1617 1659 1699 1725 1813 1957 2030 2673 2734 2860 2877 2931 2962 3011 3073
<i>транс-6-Додецен</i> (96,8)	728 969 1076 1107 1305 1335 1344 1353 1370 1381 1445 1456 1466 1674 2032 2633 2669 2684 2714 2730 2852 2869 2963 2951 2978 3028
<i>транс-6-Тридецен</i> (99,8)	730 850 895 924 972 1020 1070 1080 1113 1148 1186 1200 1221 1233 1275 1308 1346 1356 1380 1445 1470 1675 1720 2675 2740 2860 2880 2930 2963 3030 3190
<i>транс-6-Тетрадецен</i> (98,5)	726 848 919 970 1020 1080 1110 1144 1280 1306 1344 1353 1368 1379 1444 1455 1468 1672 1760 2675 2736 2722 2860 2877 2932 2963 3028 3200

1	2
<i>цис</i> -7-Тетрадецен (97,8)	678 700 728 818 862 891 928 968 997 1014 1055 1080 1113 1140 1183 1195 1212 1223 1270 1304 1345 1352 1379 1404 1469 1660 1690 2670 2720 2735 2860 2877 2930 2962 3010 3073
<i>транс</i> -7-Тетрадецен (99,0)	725 891 968 1030 1069 1080 1113 1143 1183 1195 1222 1270 1306 1343 1354 1368 1379 1445 1455 1468 1672 2672 2720 2735 2859 2877 2932 2962 3026 3200

вую винильную ($R-CH=CH_2$) группу. Например, 1-алкены имеют сильные полосы поглощения при $995-985\text{ см}^{-1}$ (δCH неплоские) и $915-905\text{ см}^{-1}$ (δCH_2 неплоские) [5]. Для *транс*-алкенов характерно поглощение при $980-960\text{ см}^{-1}$ (таблица), а для *цис*-алкенов в интервале $930-675\text{ см}^{-1}$ (таблица). Эта область поглощения служит ценным указанием при выяснении вопросов *цис*- и *транс*-изомерии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эйзен Ю., Ранг С., Каск В., Эйзен О. Инфракрасные спектры некоторых углеводов циклогексенового ряда. Сообщ. первое. — Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., 1967, т. 16, № 2, с. 101—102.
2. Эйзен Ю., Ранг С., Каск В., Эйзен О. [То же]. Сообщ. второе. — Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., 1967, т. 16, № 3, с. 194—200.
3. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
4. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических молекул. М., 1965.
5. Казицына Л. А., Куплетская Н. Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектрокопии в органической химии. М., 1971.
6. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. М., 1971.
7. Holly, S., Sohar, P. Absorption spectra in the infrared region. Budapest, 1975.

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
10/XI 1977

Maimu LEHTVEER, Silvia RANG, O. EISEN, T. SAKS

n-ALKEENIDE C_8-C_{14} INFRAPUNASED SPEKTRID

On esitatud spektrometrite UR-20 ja UR-10 abil mõõdetud ja osaliselt identifitseeritud *n*-alkeenide infrapunased spektrid piirkonnas $3200-600\text{ cm}^{-1}$.

Maimu LEHTVEER, Silvia RANG, O. EISEN, T. SAKS

INFRARED SPECTRA OF C_8-C_{14} *n*-ALKENES

The infrared spectra of C_8-C_{14} *n*-alkenes have been recorded and partially interpreted in the region of $3200-600\text{ cm}^{-1}$.