

# ПЕРЕКРЫТИЕ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЕТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА, РЕГИСТРИРУЕМЫХ ФМРТ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ И ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

В.М. Верхлютов\*, П.А. Соколов, В.Л. Ушаков, Б.М. Величковский.  
ИВНД и НФ РАН, НИЦ «Курчатовский институт».

## THE OVERLAP OF LARGE-SCALE NETWORKS OF THE HUMAN BRAIN: FMRI RECORDED IN RESTING STATE AND WHEN PERFORMING MENTAL TASKS.

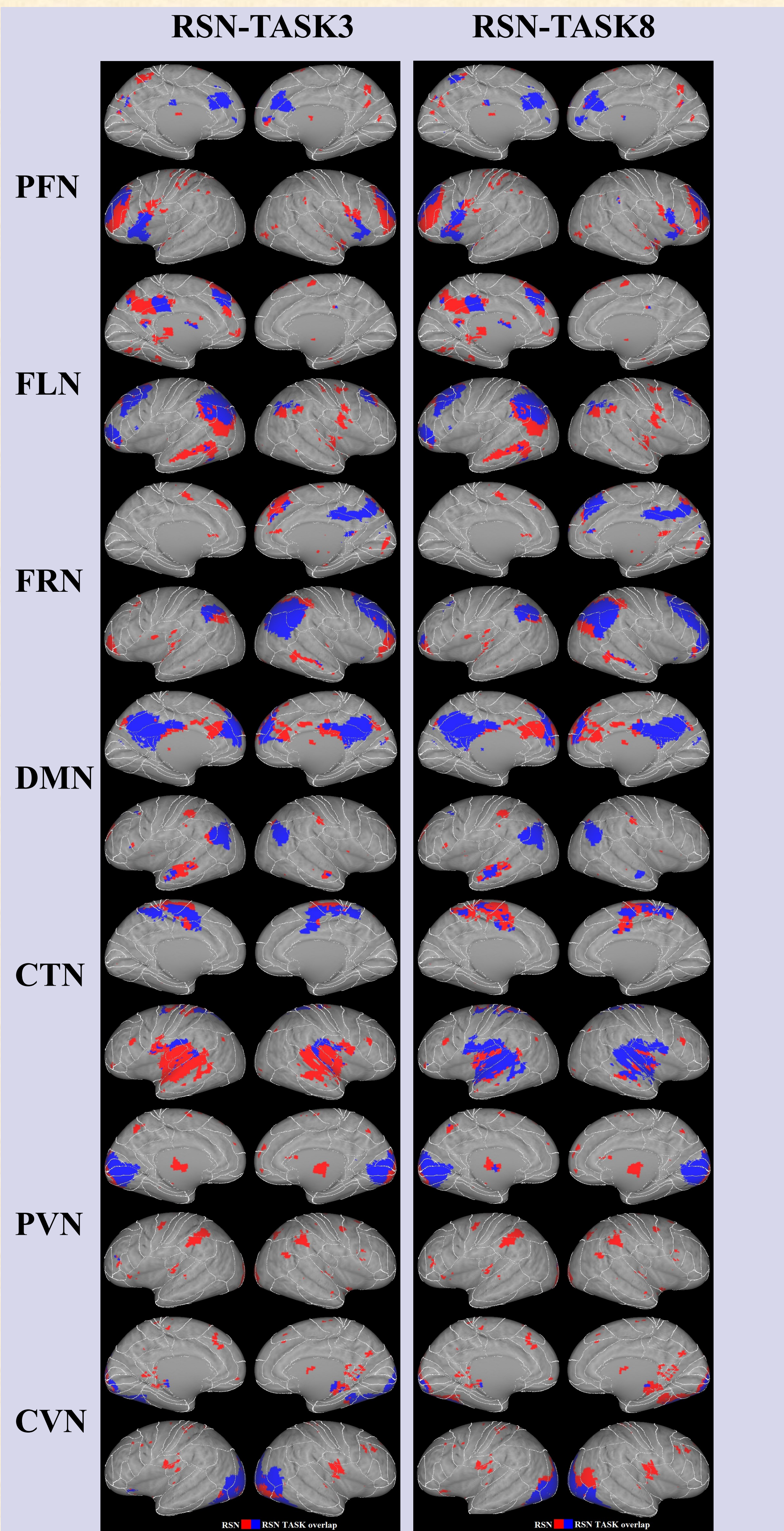
V.M. Verkhlyutov, P.A. Sokolov, V.L. Ushakov, B.M. Velichkovsky.  
IHNA & NPh RAS, NRC "Kurchatov Institute", Moscow.  
verkliutov@mail.ru

Сравнивали сети состояния покоя (RSN) и крупномасштабные функциональные сети (FN) при выполнении заданий по данным фМРТ у человека в норме. Наблюдали пространственное перекрытие функциональных сетей при выполнении заданий и сетей состояния покоя. Исследуемые сети отличались по динамике активности. Сети состояния покоя флюктуировали хаотично. Динамика функциональных сетей была упорядочена и зависела от предъявляемой нагрузки. Изменения активности функциональных сетей во времени позволяла различить вид предъявляемого задания. Зрительная сеть в состоянии покоя была связана с первичным зрительным полем. Функциональная сеть при предъявлении зрительного стимула активировалась в центре ретинотопической проекции. Сенсорные и моторные сети состояния покоя были привязаны к крупным бороздам мозга: шпорной, сильвиевой и роландовой.

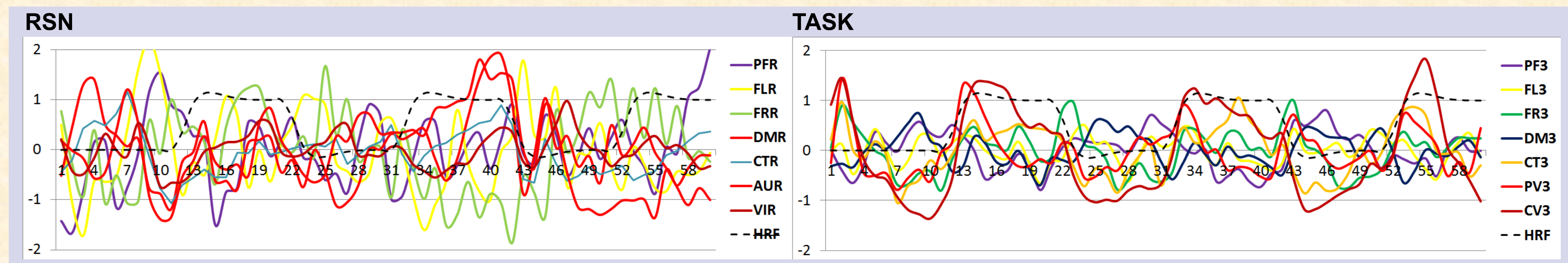
We compared the resting state networks (RSN) and large-scale functional brain networks in the performance of tasks as measured by fMRI. We observed the spatial overlap of functional networks in the performance of tasks and RSNs. The test network dynamics differed in activity. RSNs have chaotic fluctuations. The dynamics of functional networks were streamlined, and dependent on the load requirements. The time changes in the activity of functional networks allowed us to distinguish the kind of task. Visual RSN has been linked to the primary visual field. A functional network upon presentation of a visual stimulus was activated in the center of the retinotopy projection. Sensory and motor RSNs were tied to large fissures in the brain: calcarine, Sylvian and Rolando.

**Методика.** Сети выделяли с использованием ICA, SPM 8, GIFT, Infomax, FNC. RSN-17 испытуемых, Siemens Verio 3T, время записи 9 мин, TR = 3 с, 3x3x3 мм. FN-21 испытуемый, Philips Achieva 3T, 9 заданий x 3 блока по 60 с, TR=3 с, 1,8x1,8x4 мм. Задания: 1) точка фиксации, вообразить «прыжок с парашютом» (далее «прыжок»); 2) точка фиксации, вообразить «лекцию»; 3) точка фиксации, видео «прыжок»; 4) точка фиксации, смотреть «лекцию»; 5) смотреть «лекцию», смотреть «прыжок»; 6) смотреть «прыжок», вспомнить «прыжок»; 7) смотреть «лекцию», вспомнить «лекцию»; 8) точка фиксации, вспомнить «прыжок»; 9) точка фиксации, вспомнить «лекцию». Групповая обработка - критерий Стьюдента по одной выборке. Зоны перекрытия RSN и FN сетей определяли при пороговом уровне  $t=3$  ( $p_{\text{uncor}} < 0.001$ ).

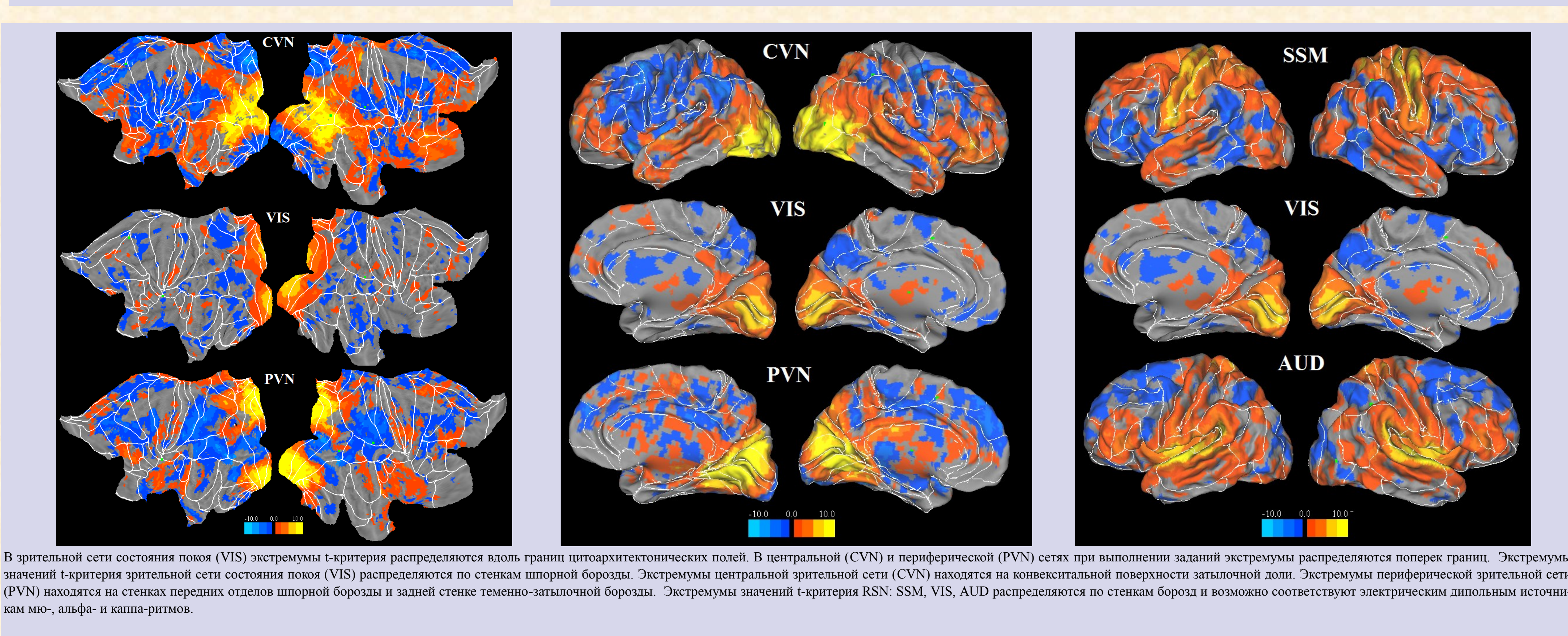
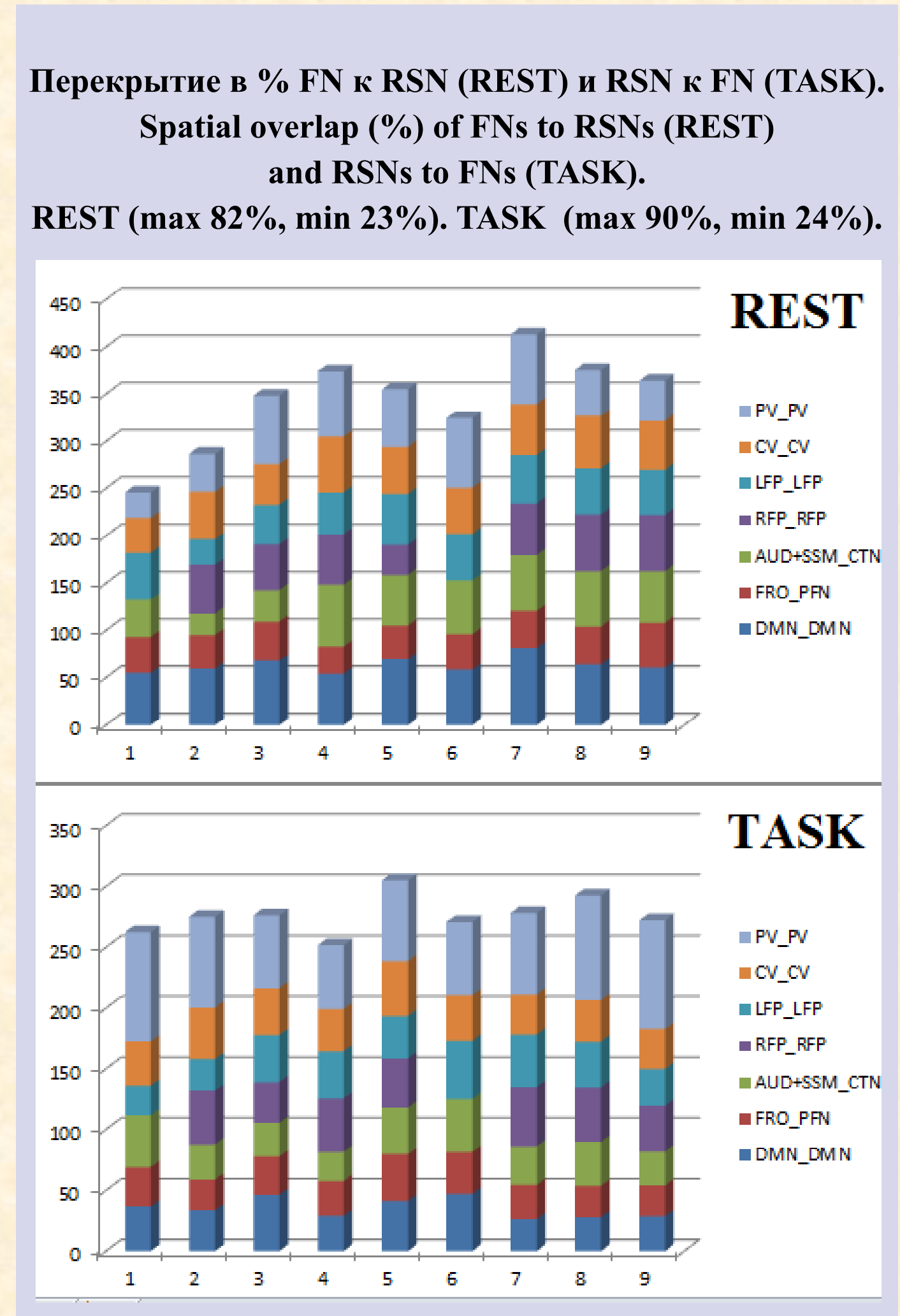
**Method.** The networks were obtained by ICA, SPM 8, GIFT, Infomax, FNC. RSN-17 participants, Siemens Verio 3T, whole time-9 min, TR=3 s, 3x3x3 mm. FN-21 participants, Philips Achieva 3T, 9 tasks x 3 blocks of 60 s, TR = 3 s, 1,8x1,8x4 mm. Tasks: 1) a fixing point, imagine "parachute jump" (later "jump"); 2) a fixing point, imagine "lecture"; 3) a fixing point, watch "jump"; 4) a fixing point, watch "lecture"; 5) watch "lecture"; 6) watch "jump"; 7) watch "lecture", recall "lecture"; 8) a fixing point, recall "jump"; 9) a fixing point, recall "lecture". Group analysis - one sample t-test. Overlap regions of RSNs and FNs were defined for  $t > 3$  ( $p_{\text{uncor}} < 0.001$ ).



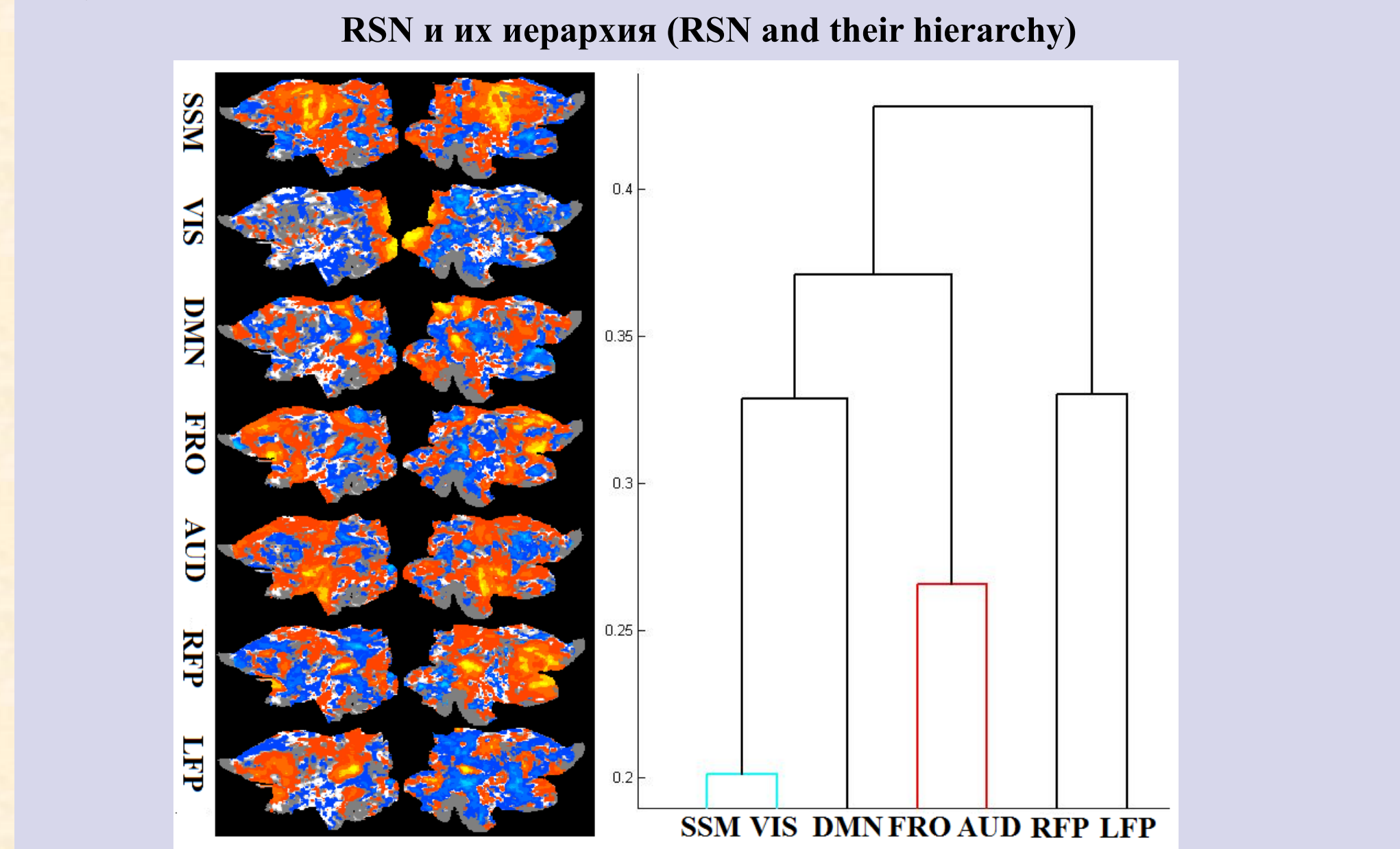
Перекрытие (синий) RSN (красный) и FN при выполнении 3 (RSN-TASK3) и 8 (RSN-TASK8) заданий. См. методику.  
Spatial overlap (blue) of RSNs (red) and FNs (TASK3 and TASK8). See method.



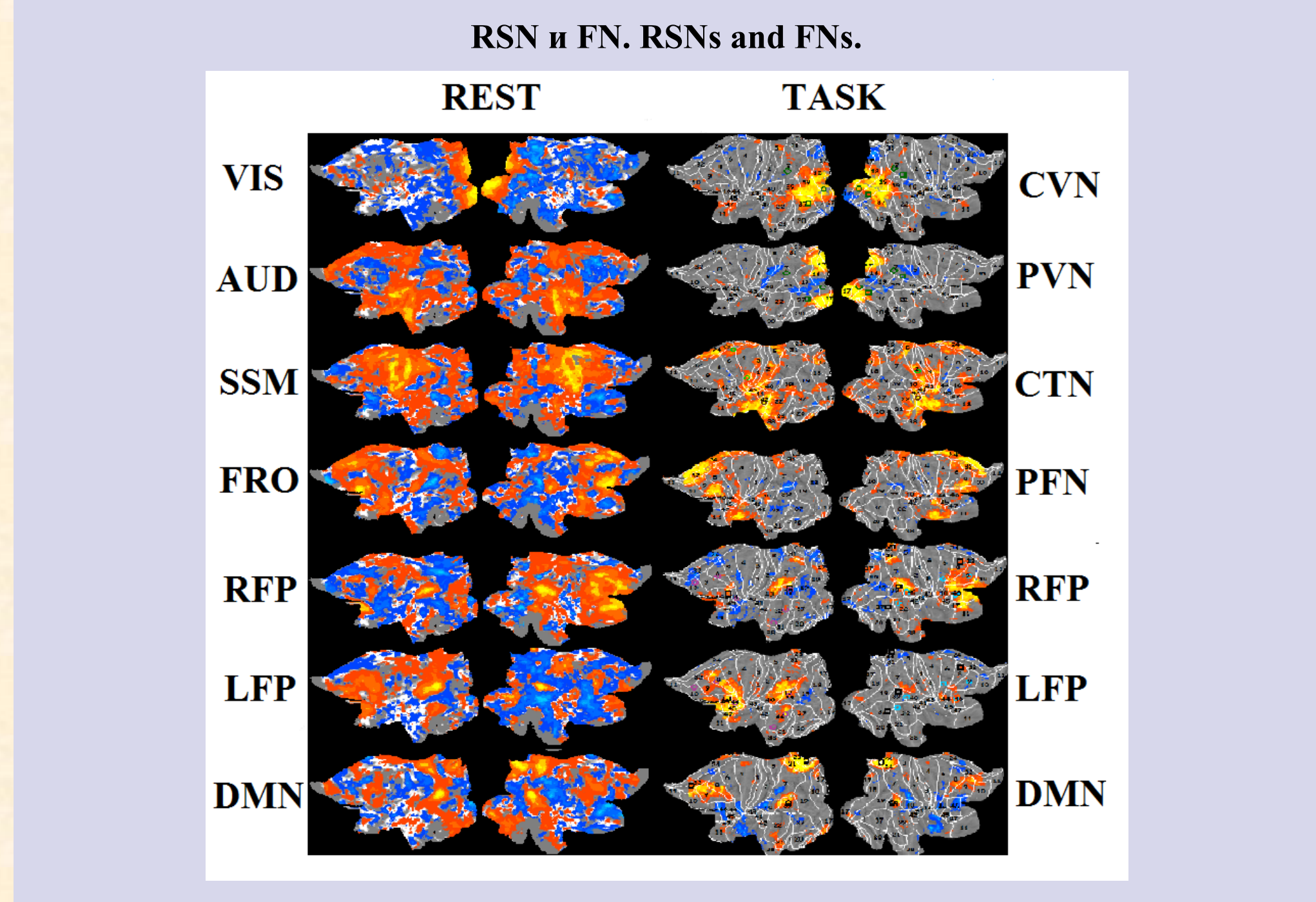
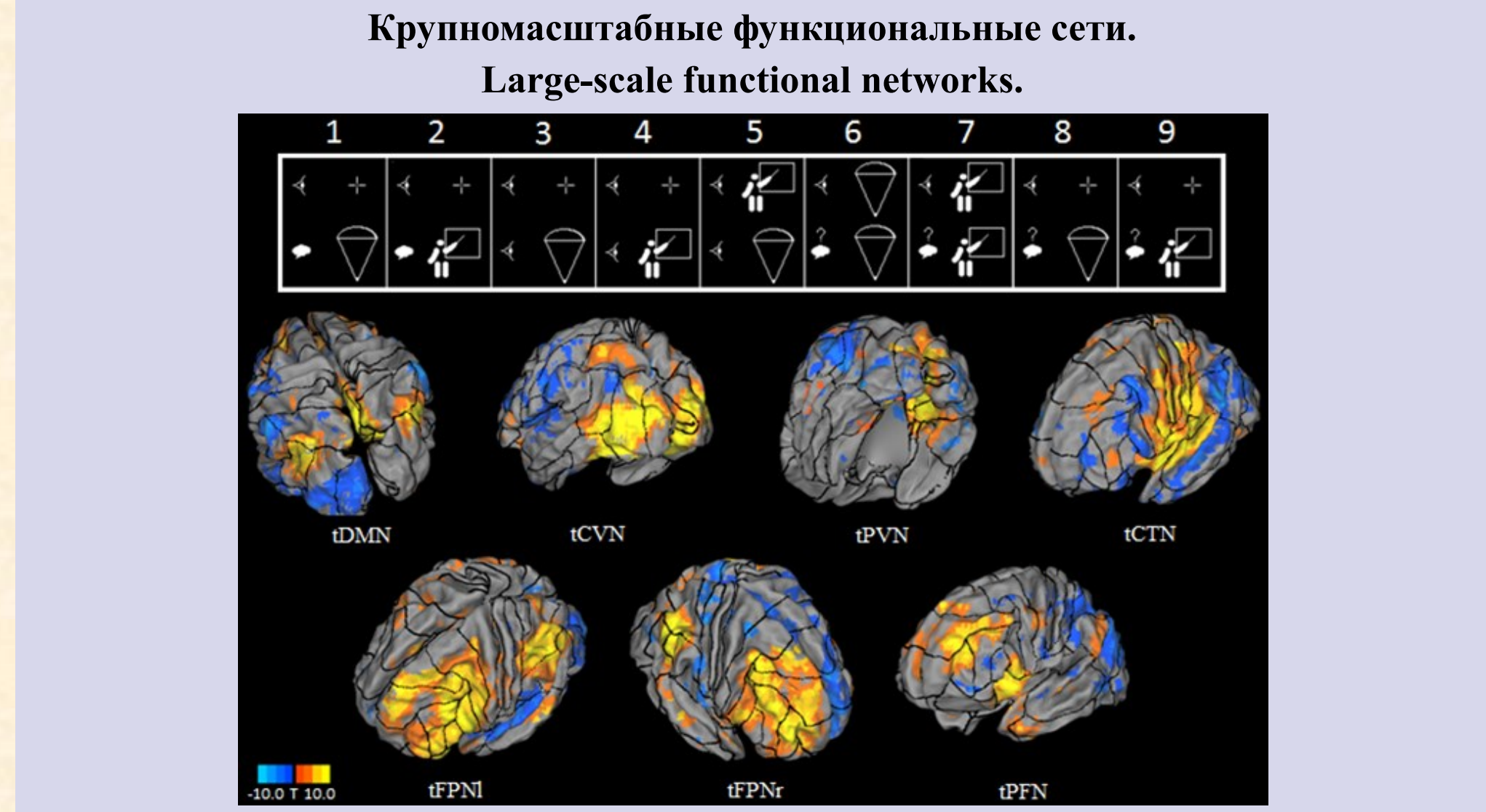
Изменение метаболизма во времени в покое и при активации (задние 3). RSNs and FNs (TASK3). The time course of model design function (HRF) and network metabolism, respectively.



Динамика функциональных сетей. The functional network dynamics. Центральная зрительная сеть (CVN) положительно ( $r=0.76$ ,  $r=0.70$ ) коррелирует, а дефолтная сеть отрицательно коррелирует ( $r=-0.50$ ,  $r=-0.47$ ) с модельной HRF при наблюдении видеофрагментов (парадигмы 3, 4). Дефолтная сеть отрицательно коррелирует при припоминании мало знакомого и необычного сюжета (парадигма 9,  $r=-0.37$ ). Периферическая зрительная сеть (PVN) хорошо коррелирует с HRF при воображении хорошо знакомого сюжета (задание 2,  $r=0.45$ ) в отличие от задания по воображению мало знакомого сюжета (задание 1,  $r=-0.18$ ). После показа сюжетов реакция PVN при припоминании выравнивается (задание 8,  $r=0.57$ , задание 9,  $r=0.54$ ). PVN хорошо коррелирует с ГФ при наблюдении хорошо знакомого сюжета (задание 4,  $r=0.57$ ).  $t(\text{критическое}) = 0.32$ ,  $p < 0.01$ .



RSN: SSM-сенсомоторная, VIS-зрительная, DMN-дефолтная, FRO-лобная, AUD-слуховая, RFP-правая лобно-теменная, LFP-левая лобно-теменная.  
RSNs: SSM-sensor and motor, VIS-visual, DMN-default mode, FRO-frontal, AUD-auditory, RFP-right frontal-parietal, LFP-left frontal-parietal.



RSN и FN. RSNs and FNs. REST TASK