















совместную апостериорную плотность для всей группы, рассматривая апостериорную плотность одного субъекта как априорную для следующего. Метод производит единственную апостериорную плотность для всей группы, которая может быть использована для байесовского вывода. Альтернативами ВРА считаются одномерный вариант ВРА и простое усреднение временных рядов испытуемых в качестве этапа предварительной обработки (что возможно только в том случае, если стимулы появляются в одно и то же время для всех субъектов) [13].

Альтернативным подходом для вывода о параметрах модели является байесовское усреднение модели (англ. Bayesian model averaging, ВМА). Этот подход отказывается от зависимости вывода о параметрах от выбранной модели. Вместо этого он использует все рассматриваемое пространство моделей и вычисляет средневзвешенные значения каждого параметра моделей, где взвешивание задается апостериорной вероятностью для каждой модели. Он представляет собой полезную альтернативу, когда ни одна из моделей не считается явно превосходящей все остальные. ВМА также используется для сравнения оценок параметров между группами в тех случаях, когда ВМС указала групповую разницу в отношении оптимальной модели.

#### 4 Заключение

Работа посвящена исследованию методов проведения виртуального эксперимента. В качестве примера использована задача поиска эффективной связности фМРТ действия. В процессе исследования построена онтология предметной области, описаны характерные особенности данных, явно специфицированы используемые априорные гипотезы, формально описан поток работ поиска эффективной связности фМРТ человека.

#### Поддержка

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16-07-01028).

#### Литература

[1] Hillebrandt, H., Friston, K.J. et al.: Effective Connectivity During Animacy Perception – Dynamic Causal Modelling of Human Connectome Project Data. *Scientific Reports*, 9 (4:6240) (2014).  
 [2] Penny, W., Friston, K.J.: *Statistical Parametric Mapping: The Analysis of Functional Brain Images*. Academic Press, 656 p. (2006)

[3] Born, R.T., Bradley, D.C.: Structure and Function of Visual Aarea Mt. *Annual Reviews Neuroscience*, 28, pp. 157-189 (2005)  
 [4] Castelli, F., Happe, F. et al.: Movement and Mind: A Functional Imaging Study of Perception and Interpretation of Complex Intentional Movement Patterns. *NeuroImage*, 12, pp. 314-325 (2000)  
 [5] Van Essen, D. et al. The Human Connectome Project: A Data Acquisition Perspective. *NeuroImage*, 62, pp. 2222-2231 (2012)  
 [6] Reference Manual – Q2 Data Release (June 2013) | WU-Minn Consortium of the NIH Human Connectome Project  
[http://www.humanconnectome.org/documentation/Q2/Q2\\_Release\\_Reference\\_Manual.pdf](http://www.humanconnectome.org/documentation/Q2/Q2_Release_Reference_Manual.pdf)  
 [7] Glasser, M.F. et al.: The Minimal Preprocessing Pipelines for the Human Connectome Project. *NeuroImage*, 80, pp. 105-124 (2013).  
 [8] Van Essen, D., Ugurbil, K.: The Future of the Human Connectome [Review]. *NeuroImage*, 62 (2), pp. 1299-1310 (2012).  
 [9] <http://mindhive.mit.edu/node/46>  
 [10] Stephan, K.E. et al.: Ten Simple Rules for Dynamic Causal Modeling. *NeuroImage*, 49, pp. 3099-3109 (2010)  
 [11] Kasess, C.H. et al.: Multi-Subject Analyses with Dynamic Causal Modeling. *NeuroImage*, 49, pp. 3065-3074 (2010)  
 [12] Stephan, K.E., Penny, W.D. et al.: Bayesian Model Selection for Group Studies. *NeuroImage*, 46, pp. 1004-1017 (2010)  
 [13] Rosa, M. J., Friston, K., Penny, W.: Post-hoc Selection of Dynamic Causal Models. *J. of Neuroscience Methods*, 208, pp. 66-78 (2012)  
 [14] Schreiber, T. Measuring Information Transfer. *Physical Review Letters*, 85, p. 461 (2000)  
 [15] Friston, K. Dynamic Causal Modeling and Granger Causality Comments on: The Identification of Interacting Networks. *The Brain Using fMRI: Model Selection, Causality and Deconvolution*. *Neuroimage*, 58, pp. 303-305 (2011)  
 [16] Zhuang, J., LaConte, S. et al.: Connectivity Exploration with Structural Equation Modeling: an fMRI Study of Bimanual Motor Coordination. *NeuroImage*, 25, pp. 462-470 (2005)  
 [17] Pearl, J.: The Causal Foundations of Structural Equation Modeling. Chapter for R.H. Hoyle (Ed.), *Handbook of Structural Equation Modeling*, Guilford Press, 5, pp. 68-91 (2012)  
 [18] Friston, K.J., Harrison, L., Penny, W.: Dynamic Causal Modeling. *Neuroimage*, 19 (4), pp. 1273-1302 (2003)