

20. Ливанов М.Н. Избранные труды. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга. – М.: Наука, 1989. – 230 с.
21. Собчик Л.Н. СМИЛ (ММРП). Стандартизованный многофакторный метод исследования личности. Речь. – СПб., 2003. – С. 34.
22. Соколов Е.Н. Восприятие и условный рефлекс. Новый взгляд // УМК «Психология». – М., 2003. – 287 с.
23. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: Изд-во СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
24. Lebedev A.N. The oscillatory mechanism of memory // Cognitive Processing, International Quarterly of Cognitive Sciences. – 2001. – V. 2. – P. 57–66.

Поступила в редакцию 26.12.2006

УДК 612.821.3

*Ю. В. Бушов, М. Ю. Ходанович*

## **ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ПРОЦЕССА АКТУАЛИЗАЦИИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ КОРОТКИХ ЗРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ**

Томский государственный университет

Согласно существующим представлениям [1, 2 и др.], субъективная оценка и отмеривание интервалов времени осуществляется с использованием так называемого субъективного эталона времени (СЭВ).

Считается, что СЭВ формируется на основе жизненного опыта и хранится в долговременной памяти субъекта. Установлено [1, 2], что СЭВ является относительно устойчивой характеристикой, зависит от состояния и индивидуальных особенностей человека, а также от модальности предъявляемых «время-задающих» стимулов.

Некоторые авторы считают, что оценка различных интервалов времени осуществляется с использованием различных эталонов, связанных с разными физиологическими и психологическими механизмами [3].

Вместе с тем в настоящее время отсутствует ясность в понимании того, что собой представляет СЭВ и где и в какой форме он хранится.

Целью настоящего исследования явился поиск ЭЭГ-коррелятов процесса извлечения из долговременной памяти СЭВ при оценке длительности коротких зрительных сигналов.

### **Методика**

В исследованиях участвовали 13 практически здоровых добровольцев в возрасте от 18 до 26 лет, студенты Томского государственного университета. Работа испытуемых оплачивалась. Испытуемый располагался в удобном кресле в слабо освещенной звукоизолированной камере. Перед обследованием испытуемый получал инструкцию не использовать при оценке длительности сигналов счет в уме, постукивание и другие аналогичные приемы измерения времени. У всех испытуемых перед началом опыта измерялись артериальное давление и частота сердечных сокращений, до и после опыта испытуемые проходили обследование по тестам АСФС (анкета самооценки функционального состояния) [4] и М. Люшера [5] для контроля состояния.

При оценке интервалов времени стимулом служил светлый квадрат со стороной 2 см, появляющийся в центре затемненного экрана монитора на 200, 400 или 600 мс. Стимулы каждой длительности предъявлялись многократно (не менее 50 раз) и в случайном порядке.

В основной серии испытуемому сообщали, что длительность предъявляемых стимулов меньше секунды, и от него требуется оценить и назвать в долях секунды вслух длительность каждого стимула, одновременно нажимая клавишу пробел. В контрольной серии испытуемому предъявлялись те же стимулы, но от него требовалась как можно быстрее нажать на клавишу «пробел» после исчезновения зрительного стимула с экрана. Параллельно с предъявлением стимулов регистрировали ЭЭГ, ЭОГ и КГР; ЭЭГ регистрировалась при открытых глазах и фиксированном взоре. Для регистрации ЭЭГ использовали общепринятую систему отведений 10–20%. При регистрации ЭЭГ использовали клеющиеся электроды фирмы «Nicolet». Регистрация ЭЭГ осуществлялась с помощью 16-канального энцефалографа ЭЭГ-16 фирмы «Medicor» в частотном диапазоне от 0.23 до 2000 Гц. ЭЭГ записывали монополярно в 15 отведениях: F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, T3, T4, T5, T6, O1 и O2, объединенный референтный электрод устанавливался на мочки левого и правого уха, а земляной фиксировался на подбородке испытуемого.

С целью устранения артефактов, связанных с движениями глаз и электродермальной активностью, параллельно с записью ЭЭГ регистрировали КГР (по методу Тарханова) и ЭОГ. Слабополяризующиеся керамические электроды для регистрации ЭОГ устанавливались над бровью и у нижнего края глазной впадины левого глаза испытуемого. Хлорсеребряные электроды для записи КГР устанавливали на внутреннюю и наружную стороны запястья левой руки испытуемого. Все указанные показатели записывались в память компьютера через аналого-цифровой преобразователь (АЦП). При вводе аналоговых сигналов в ЭВМ интервал дискретизации составил 0.965 мс.

При выделении ССПМ использовали лишние артефакты участка записи ЭЭГ, которые выделялись визуально. Выделение ССПМ проводилось с помощью программ на языке Borland Delphi 5.0, разработанных в нашей лаборатории.

При обработке полученных данных отдельно усреднялись ССПМ на зрительные стимулы длительностью 200, 400 и 600 мс. Эпоха анализа, включая фоновый фрагмент 100 мс, составляла 675, 868 и 1061 мс для зрительных стимулов длительностью 200, 400 и 600 мс соответственно.

Исходную ЭЭГ и выделенные ССПМ фильтровали с помощью фильтра Хемминга с полосой пропускания 0–25 Гц. На основе предстимульного фрагмента длительностью 100 мс определялась базовая линия. Математическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета прикладных программ для статистического анализа Statistica 6.0, а также разработанных в нашей лаборатории программ для предварительной обработки данных на языке Visual Basic for Applications для Statistica 6.0.

Компоненты ССПМ выделяли с помощью анализа независимых компонент (ICA, Independent Component Analysis, алгоритм runica). В отличие от анализа главных компонент (PCA, Principle Component Analysis), в котором выделенные компоненты располагаются в порядке убывания объясненной дисперсии и каждый следующий компонент выделяется из оставшейся части дисперсии данных, вклад компонент ICA в общую объясненную дисперсию более однороден. Другими словами, с помощью PCA выделяются ортогональные компоненты в пространственном и временном отношении, с помощью ICA – максимально независимые источники активности, которые могут частично перекрываться пространственно [6]. Затем для выделенных компонент проводился анализ локализации их источников методом эквивалентного диполя с помощью алгоритма DIPFIT [7]. При анализе независимых компонент и локализации их источников использовались усредненные ССПМ. Учитывались результаты локализации с необъясненной дисперсией менее 40 %.

## Результаты исследования и их обсуждение

**а) Латентный период моторного ответа.** При оценке длительности предъявляемых зрительных стимулов латентный период (ЛП) моторного ответа ( $733.04 \pm 71.65$ ) мс достоверно превышал время простой сенсомоторной реакции в случае, когда оценка длительности этих стимулов не требовалась ( $264.81 \pm 16.99$ ) мс). Установлено, что субъективные оценки всех предъявленных интервалов (200, 400 и 600 мс) достоверно различаются между собой ( $p < 0.01$ , критерий Колмогорова–Смирнова). Анализ распределения частот ответов показал, что ответы на стимулы длительностью 200 мс характеризуют-

ся более узким распределением, чем ответы на стимулы 400 и 600 мс. На рис. 1 показано распределение частот оценок интервалов для двух испытуемых.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оценка стимулов длительностью 200 мс была наиболее воспроизводимой. На это указывает меньшая дисперсия субъективных оценок этих интервалов. В частности, один из испытуемых оценил длительность всех предъявленных Ст200 как равную 100 мс.

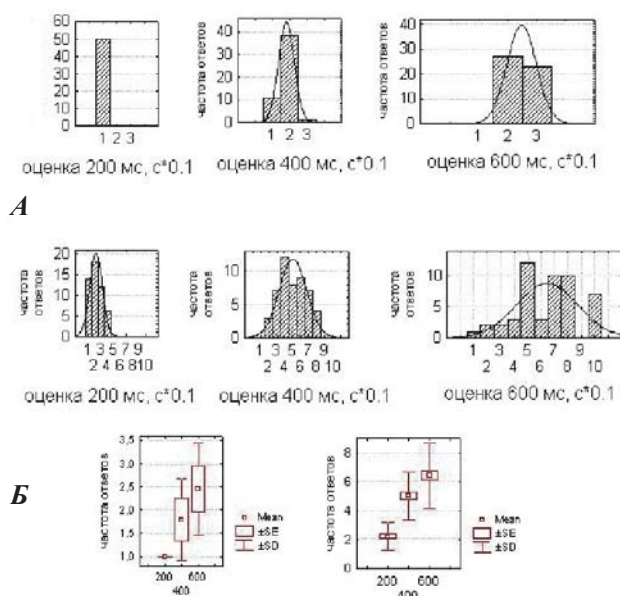


Рис. 1. Распределение частот оценок интервалов 200, 400 и 600 мс для двух испытуемых (А) и основные статистики оценок интервалов для этих испытуемых (Б)

**б) ССПМ, зарегистрированные при оценке длительности зрительного стимула.** Сравнительный анализ ССПМ на зрительные стимулы, требующие оценки их длительности и не требующие такой оценки, показал (см. рис. 2), что в интервале до 200 мс после начала стимула ССПМ, зарегистрированные в серии с оценкой длительности стимулов 200 мс (Ст200), были более негативны, чем в контроле. Отчетливые различия на участке 400–600 мс после начала стимула обнаруживаются почти во всех отведениях (кроме затылочных, височных и левого фронтального). ССПМ на стимулы, требующие оценки их длительности, на этих участках были более позитивны, чем в контроле. Эти различия становятся значимыми спустя 200 мс от начала стимула и достигают максимума 3 мкВ в интервале 500–550 мс после начала стимула в лобных отведениях Fz и F4. Этот разностный компонент был обозначен как P500.

Подобные позитивные волновые различия, только с большим ЛП, обнаружены для стимулов длительностью 400 и 600 мс (Ст400 и Ст600). Для Ст400 различия наиболее выражены (достигают максимума 3 мкВ) в интервале 600–650 мс (P600) от начала стимула в отведениях F3, C3 и O1. Для Ст600 волновые разли-

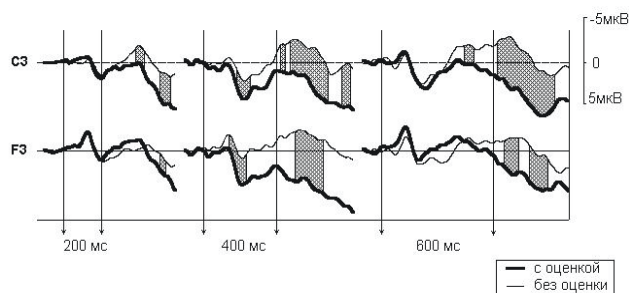


Рис. 2. Среднегрупповые ССПМ на зрительные стимулы в случае оценки их длительности (толстая линия) и без нее (тонкая линия). Заштрихованы значимые различия между кривыми ( $p < 0.05-0.001$ )

чия наиболее выражены (достигают максимума 7 мкВ) в интервале 800–850 мс от начала стимула (P800) в отведениях С3, О1 и О2.

**в) Анализ независимых компонентов и локализация источников этих компонентов.** Проведенный анализ ССПМ показал, что на участке до 200 мс от начала стимула для всех зрительных стимулов выделяются два негативных компонента, обычно объединяемые в компонент N1. Один из них имеет максимум в затылочной области и, по-видимому, представляет собой модально-специфическую часть волны N1. Другой имеет широкое фронтально-центральное пространственное распределение. С помощью метода единичного эквивалентного диполя установлена подкорковая локализация источника этого компонента (предположительно таламус).

Позитивный компонент на участке 200–400 мс от начала стимула, обычно обозначаемый как P2 (P3), также представляет собой несколько близких по ЛП субкомпонентов. Один из них имеет широкое фронтально-центральное пространственное распределение и наиболее четко выделяется для всех стимулов в контрольной серии. Локализовать источник этого компонента не удалось. На этом же временном промежутке выделяются также 3–4 позитивных компонента, имеющих теменно-затылочный максимум. Установлено, что эти компоненты имеют разные источники. Для всех стимулов, требующих оценки длительности, а также для Ст200 в контрольной серии один из компонентов с ЛП 220–260 мс имеет источник, расположенный в левой латеральной части мозжечка. На этом же участке с помощью метода парного диполя найден источник позитивного компонента, который локализован в затылочной коре (для Ст200 в обеих сериях). Источники компонентов с ЛП 300–330 мс локализованы на медиальной поверхности мозга в области поясной (для Ст400, требующего оценки) и медиальной лобной (для Ст600 в контроле) извилин, а также в нижневисочной коре (для Ст600 в обеих сериях).

Наиболее интересным представляется анализ более поздних компонентов ССПМ на временном промежутке спустя с 400 мс после начала стимула, на

котором в наибольшей степени проявились различия между исследуемыми потенциалами. Выделенные компоненты и их пространственное распределение резко отличаются на этом участке для серии с оценкой длительности сигналов и в контроле. В контрольной серии на этом участке выявляются пять компонентов, следующих в определенном порядке: 1) негативный компонент с широким пространственным распределением (с ЛП 320, 365 и 480 мс для Ст200, Ст400 и Ст600 соответственно); 2) негативный компонент с преимущественно затылочным максимумом; 3) негативный компонент с преимущественно фронтальным максимумом; 4) позитивный компонент с максимумом во фронтальных областях; 5) негативный компонент с четко выраженным максимумом в отведении Fz. Последний из перечисленных компонентов совпадает с моментом нажатия испытуемым на клавишу «пробел». Вероятно, указанные компоненты отражают различные этапы подготовки и реализации моторного ответа.

В серии с оценкой длительности стимулов компонентный состав ССПМ имеет как общие черты, так и некоторые отличия (см. рис. 3). Для всех предъявляемых стимулов на участке 380–410 мс от начала стимула выделяется негативный компонент с максимумом в левой центральной и фронтальных зонах коры (N400). Для всех стимулов на участке от 100 мс после окончания предъявляемого стимула выделяется комплекс позитивных компонентов, наиболее выраженный в левой центральной и фронтальных зонах коры (P500, P600 и P800 для стимулов Ст200, Ст400 и Ст600 соответственно). Для Ст200 этот комплекс позитивных компонентов следует непосредственно за N400, для Ст400 и Ст600 указанный комплекс следует за компонентами с позитивным максимумом во фронтальных областях и негативным — в правой и левой задневисочной и затылочных зонах коры (PN550-650). Для Ст600 появлению PN550-650 предшествует негативный компонент с широким пространственным распределением, включающим, главным образом, фронтальные и затылочные области коры (N450-550).

Из всех указанных выше компонентов удалось локализовать источник только позитивно-негативной волны PN550-650. Для компонентов с ЛП 533 и 561 мс в ССПМ на Ст400 определены два источника, локализованные в задневисочной коре и полушариях мозжечка соответственно. Для компонента с ЛП 585 и 662 мс в ССПМ на Ст600 также определены два источника. Один из них локализуется в передневисочной коре, другой — в островковой доле коры.

Выявленные ранние (на участке до 400 мс от начала стимула) различия ССПМ на зрительные стимулы при оценке их длительности и в контроле, скорее всего, не связаны с обращением к долговременной памяти для извлечения СЭВ. Это объясняется тем, что в течение 300–500 мс после предъявления зритель-

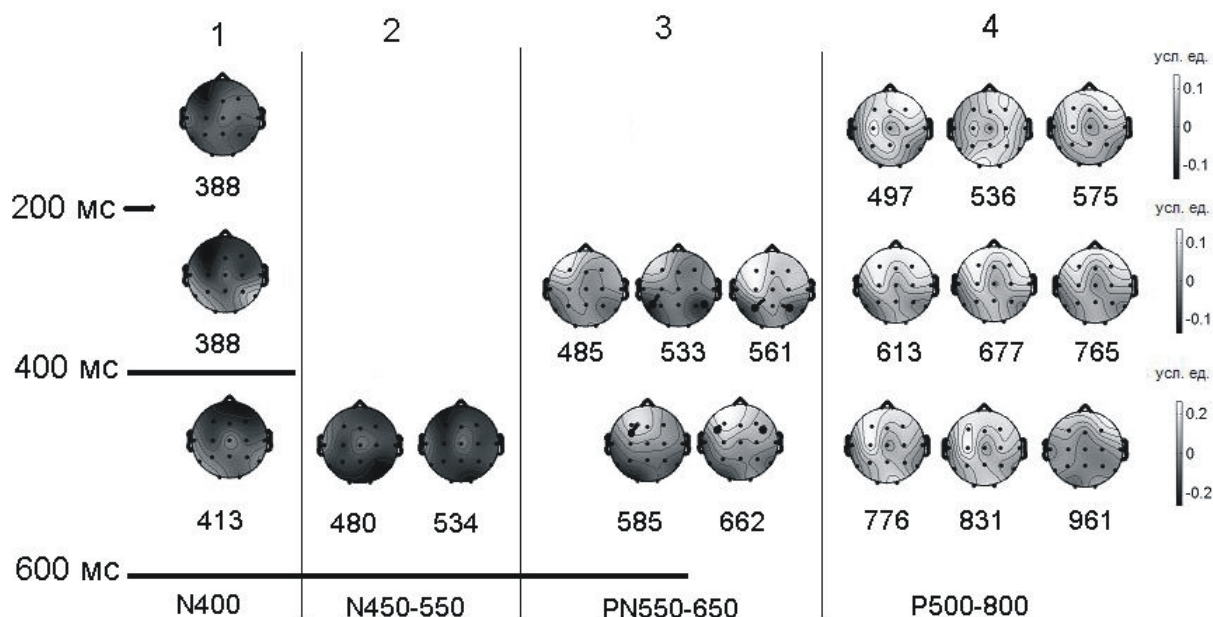


Рис. 3. Анализ пространственного распределения поздних компонентов ССПМ на зрительные стимулы, требующие оценки их длительности. Под топографическими картами указан латентный период компонентов. Отмечены источники компонентов, которые удалось локализовать. В верхней части рисунка цифрами указаны этапы оценки длительности стимула

ного стимула осуществляется оценка мозгом его физических параметров, новизны и значимости, синтез этой информации и опознание стимула [8]. Указанные этапы обработки информации обязательно протекают при участии механизмов памяти, но они являются общими для обеих серий. Это подтверждается сходной компонентной структурой ССПМ на участке до 400 мс для стимулов, требующих оценки длительности, и в контроле. Волновые различия ССПМ на этом участке, вероятно, объясняются зависимостью компонентов, характерных для этого этапа, от уровня внимания [9], который, по-видимому, был более высоким для серии с оценкой длительности сигналов.

Анализ компонентной структуры и пространственного распределения ССПМ на зрительные стимулы, требующие оценки их длительности, позволяет выделить на участке начиная с 400 мс от начала стимула ряд дополнительных этапов обработки информации о длительности стимула (рис.3). Первый и второй этапы, вероятно, связаны с поиском и извлечением СЭВ из долговременной памяти. Им соответствует негативный компонент N400, который выделяется в ССПМ на все предъявляемые стимулы, требующие оценки интервала и компонент N450–550, который наиболее выражен в ССПМ на Ст200. Третий этап, вероятно, включает процесс сравнения СЭВ с длительностью предъявленного сигнала, и ему соответствует компонент PN550–650, который характерен для ССПМ на Ст400 и Ст600 и практически отсутствует в ССПМ на Ст200. Четвертый этап, предположительно, связан с вербализацией и озвучиванием результата оценки, и

ему соответствует комплекс длиннolatентных позитивных компонентов (P500–800), который характерен для ССПМ на все предъявляемые сигналы. Однако выдвинутые предположения нуждаются в тщательной экспериментальной проверке и уточнении.

Полученные результаты, касающиеся локализации источников выделенных компонентов ССПМ, подтверждаются и некоторыми литературными данными. В частности, в ряде исследований отмечаются качественные различия в восприятии интервалов времени, которые больше и меньше 1.5–2 с [10]. Имеются данные о том, что при восприятии коротких (меньше 1 с) [11–13] интервалов основную роль играет мозжечок. У пациентов с поражением медиальной части мозжечка отмечалась периферическая или моторная вариабельность воспроизводимых интервалов, в то время как у пациентов с латеральными поражениями мозжечка отмечалась исключительно центральная вариабельность воспроизводимых интервалов, обусловленная вариабельностью внутренних часов [14]. R. Ivry и S. Keele [12] обнаружили, что такие поражения не только повышают вариабельность внутренних часов при воспроизведении интервалов времени, но также приводят к ухудшению выполнения задачи различения длительности. Более того, с помощью метода ПЭТ отмечена билатеральная активация мозжечка, когда испытуемые оценивали длительность звуковых интервалов [13].

Полученные нами данные о локализации источников других компонентов комплекса PN550–650 в височной коре и островковой доле мозга нуждаются в дополнительной экспериментальной проверке и уточнении.

## Заключение

Таким образом, сравнение ССПМ на зрительные стимулы в случае оценки их длительности и без нее позволило обнаружить комплекс позитивно-негативных компонентов (N400, N450–550, PN450–500, P500–800), появляющийся спустя 400 мс после начала стимула и вероятно отражающий поиск и извле-

чение СЭВ из долговременной памяти, сравнение СЭВ с длительностью предъявленного сигнала, вербализацию и озвучивание результата оценки.

Методом дипольной локализации установлено, что источники этих компонентов ССПМ предположительно находятся в полушариях мозжечка, височной коре и островковой доле мозга.

## Литература

1. Лупандин В.И., Сурнина О.Е. Субъективные шкалы пространства и времени. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. – 126 с.
2. Сурнина О.Е., Лупандин В.И., Ермишина Л.А. Некоторые закономерности изменения субъективного временного эталона // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 2. – С. 5–11.
3. Пасынкова А.В., Шпатенко Ю.А. О механизме субъективного отражения времени // Вопросы кибернетики. Проблемы измерения психических характеристик человека в познавательных процессах. – М.: ВИНТИ, 1980. – 172 с.
4. Махнач А.В., Бушов Ю.В. Зависимость динамики эмоциональной напряженности от индивидуальных свойств личности // Вопросы психологии. – 1988. – № 6. – С. 130.
5. Luscher M. The Luscher color test. – L-Sydney, 1983. – 207 p.
6. Delorme A., Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis // J. Neurosc. Meth. – 2004. – V. 134. – P. 9–21.
7. Kavanagh R., Darccey T. M., Lehmann D. and Fender D.H. Evaluation of methods for three-dimensional localization of electric sources in the human brain // IEEE Trans Biomed Eng. – 1978. – V. 25. – P. 421–429.
8. Иваницкий А. М. Главная загадка природы: как на основе работы мозга возникают субъективные переживания // Психол. журн. – 1999. – Т. 20. – № 3. – С. 93–104.
9. Наатанен Р. Внимание и функции мозга: Учеб. пособие: Пер. с англ. под ред. Е.Н. Соколова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 560 с.
10. Madison G. Functional modelling of human timing mechanism // Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Upsala Dissertations From the Faculty of Social Sciences. – 2001. – V. 101. – 77 p. Upsala. ISBN 91-554-5012-1.
11. Ivry R. and Mangles J. The many manifestations of a cerebellar timing mechanism // Presented at the Fourth Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society, 1997, March 23.
12. Ivry R. and Keele S. Timing functions of the cerebellum // J. Cognitive Neurosc. – 1989. – V. 1. – P. 136–152.
13. Jeuptner M., Rijntjes M., Weiller C. et al. Localization of cerebellar timing processes using PET // Neurology. – 1995. – V. 45. – P. 1540–1545.
14. Hazeltine E., Helmuth L.L. and Ivry R. Neural mechanisms of timing // Trends in Cognitive Sciences. – 1997. – V. 1. – P. 163–169.

Поступила в редакцию 22.12.2006

УДК 159.92

*Н. А. Чушева*

## ПОНЯТИЕ «ОБРАЗ МИРА» В ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Барнаульский государственный педагогический университет

Понятие «образ мира» не ново для современной науки. Оно активно используется философами, психологами, лингвистами. Понятие «образ мира» зачастую заменяется рядом близких по смыслу понятий — «картина мира», «схема реальности», «модель универсума», «когнитивная карта». Традиционно под образом мира понимается некоторая совокупность или упорядочная многоуровневая система знаний человека о мире, о себе, о других людях и т.д, которая опосредует, преломляет через себя любое внешнее воздействие [1]. Ранее на данное понятие обращалось внимание только культурологией, историей культуры, этнологией и лингвистикой, которые занимались изучением картины мира разных народов. В рамках философии подчеркивается, что индивидуальное сознание в своем становлении опирается на научную кар-

тину мира, которая трактуется как структурный элемент системы научного знания. Картина мира, в отличие от мировоззрения, есть совокупность мировоззренческих знаний о мире, «совокупность предметного содержания, которым обладает человек» (Ясперс) [2, с. 201]. Лингвисты утверждают, что образ мира формируется на основе того или иного языка и определяется его спецификой. В культурологии изучаются вопросы опосредования образа мира субъекта особенностями культуры, к которой данный субъект принадлежит. Социологи акцентируют свое внимание на отражении в субъективном образе мира человека различных социальных объектов, явлений и связей между ними.

Проблема образа также относится к числу важнейших проблем психологической науки. По мнению