

## Научная статья

УДК 159.91:616-072.85

<https://doi.org/10.21702/rpj.2021.1.6>

# Функциональное состояние магно- и парвоцеллюлярных нейронных систем и когнитивные нарушения при шизофрении на разных этапах заболевания

Елена Р. Исаева<sup>1✉</sup>, Илья А. Трегубенко<sup>2</sup>, Юлианна В. Мухитова<sup>3</sup>, Ирина И. Шошина<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>4</sup> Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>1</sup> [isajeva@yandex.ru](mailto:isajeva@yandex.ru) ✉, <https://orcid.org/0000-0002-7731-7693>

<sup>2</sup> [ia2312@yandex.ru](mailto:ia2312@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8836-5084>

<sup>3</sup> [che88@mail.ru](mailto:che88@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4172-6257>

<sup>4</sup> [shoshinaii@mail.ru](mailto:shoshinaii@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8113-1680>

---

## Аннотация

**Введение.** В статье рассматриваются возможности комплексного (психофизиологического и экспериментально-психологического) подхода к диагностике когнитивных процессов для объективизации нарушений у пациентов с шизофренией. Новизна заключается в применении психофизиологических методов к изучению нарушений восприятия и мышления при шизофрении. Актуальным является уточнение взаимосвязи когнитивного функционирования с функциональным состоянием магноцеллюлярных и парвоцеллюлярных нейронных зрительных сетей и их динамики в процессе развития и хронизации заболевания. Замысел авторов состоял в доказательстве того, что рассогласование в работе данных нейронных систем приводит к нарушениям целостности зрительного восприятия и, в последующем, к нарушению селективности мышления, что затрудняет оценку и выбор значимой, существенной информации при формировании суждений, препятствует построению полноценной и адекватной картины окружающего мира.

**Методы.** Исследование проводилось с помощью методов визоконтрастометрии, оценивались контрастная чувствительность и помехоустойчивость. Для диагностики когнитивных функций использовался экспериментально-психологический метод с применением нейро- и патопсихологических методик: «Исключение 4-го лишнего», «Сравнение понятий», «Фигуры Поппельрейтера» и «Незавершенные изображения».

**Результаты и их обсуждение.** Проведен анализ функционального состояния магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной зрительных систем, особенностей их взаимодействия и когнитивных функций на разных этапах заболевания. Обнаружены взаимосвязи психофизиологических характеристик восприятия с процессами восприятия, памяти, внимания и мышления.

Полученные данные позволили установить, что активность магноцеллюлярной системы связана с особенностями восприятия, рабочей памяти и свойствами внимания. Гиперактивация магноцеллюлярной системы сопровождается нарушением избирательности внимания. Обнаружен вклад магно- и парвоцеллюлярной систем (механизмы глобального и локального анализа) в осуществление процессов мышления. Гипоактивация парвоцеллюлярной системы приводит к снижению селективности мышления. Выявлено снижение активности обеих нейронных систем в процессе хронизации заболевания.

### **Ключевые слова**

визуальное восприятие, зрительное восприятие при шизофрении, когнитивные процессы, когнитивные нарушения при шизофрении, нейронные системы, магноцеллюлярная система, парвоцеллюлярная система, контрастная чувствительность, мышление, нарушения мышления

### **Основные положения**

- ▶ при шизофрении наблюдается рассогласование в функционировании магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной нейронных систем, обеспечивающих механизмы глобального и локального анализа при восприятии информации;
- ▶ при первом эпизоде шизофрении наблюдаются гиперактивация магноцеллюлярной и снижение активности парвоцеллюлярной нейронной сети, однако на фоне длительного лечения антипсихотическими препаратами обнаруживается снижение активности обеих нейронных систем;
- ▶ магно- и парвоцеллюлярные системы участвуют в осуществлении процессов мышления: магноцеллюлярная система обеспечивает процессы абстрагирования и категоризации, парвоцеллюлярная – участвует в отборе и оценке значимых признаков.

### **Благодарности**

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант № 18-013-01245 «Зрительное восприятие и мышление при шизофрении»).

---

### **Для цитирования**

Исаева, Е. Р., Трегубенко, И. А., Мухитова, Ю. В. и Шошина, И. И. (2021). Функциональное состояние магно- и парвоцеллюлярных нейронных систем и когнитивные нарушения при шизофрении на разных этапах заболевания. *Российский психологический журнал*, 18(1), 74–90. <https://doi.org/10.21702/rpj.2021.1.6>

---

### **Введение**

Когнитивные расстройства при шизофрении (нарушения внимания, восприятия и мышления, регуляторных функций), описанные еще в работах Э. Крепелина и Э. Блейлера, выделяются в отдельный кластер патологических нарушений наряду с позитивной и негативной симптоматикой и определяются как один из компонентов шизофренического дефекта, приводящего к выраженной дезадаптации больных, ухудшению социального функционирования и инвалидизации (Гурович, Шмуклер и Магомедова, 2001; Иванов и Незнанов, 2008; Незнанов, Шмуклер, Костюк и Софронов, 2018; Мухитова, 2013; Янушко, Иванов и Сорокина, 2014;

Лебедева и Исаева, 2017; Nuechterlein et al., 1992; Addington, Addington, & Gasbarre, 2001; Savla, Moore, & Palmer, 2008; Green & Harvey, 2014).

Современные исследования демонстрируют разнообразие когнитивных нарушений при шизофрении, описывая различную структуру когнитивного дефекта: нарушения познавательной деятельности при шизофрении происходят на всех ее уровнях, начиная от непосредственного чувственного отражения действительности, затрагивают процессы внимания, памяти, научения – и вплоть до сложных процессов мышления, планирования, контроля и регуляции познавательной деятельности (Ткаченко и Бочаров, 1991; Зайцева, Саркисян, Саркисян и Сторожакова, 2011; Чередникова, 2011; Мухитова, 2013; Лебедева, Исаева и Степанова, 2013; Harvey & Keefe, 2009; Kalkstein, Hurford, & Gur, 2010; Schaub, Neubauer, Mueser, Engel, & Möller, 2013; Moustafa et al., 2016; Penadés, Franck, González-Vallespí, & Dekerle, 2019; Peskin, Koren, & Gabay, 2020); в зависимости от применяемой лекарственной терапии, формы и длительности заболевания (Гурович и др., 2001; Мосолов и Кабанов, 2005; Лебедева и Исаева, 2017; Addington et al., 2001; Mesholam-Gately, Giuliano, Goff, Faraone, & Seidman, 2009; Green & Harvey, 2014; Isaeva, Lebedeva, & Simon, 2018).

Исследования процесса восприятия у пациентов с заболеваниями шизофренического спектра традиционно рассматриваются в рамках эмоционального и социального познания (Рычкова, Федорова и Приймак, 2011; Addington et al., 2001; Green & Leitman, 2008; Kurylo, Pasternak, Silipo, Javitt, & Butler, 2007; Savla et al., 2008). Кроме того, восприятие изучается в ряду познавательных процессов при когнитивном дефиците у пациентов (Блейхер, Крук и Боков, 2002; Бологов, Критская и Мелешко, 2009; Зайцева и др., 2011; Мухитова, 2013; Шошина и Шелепин, 2016; Shoshina et al., 2020). Неслучайно многие авторы предлагают рассматривать шизофрению как «когнитивно-перцептивную дисфункцию», или расстройство с дисфункцией мышления и восприятия (dysfunction of thought and perception) (Sartorius et al., 2014).

В современной психологии восприятие понимается как сложный психический процесс, который имеет связи не только с универсальными процессами (память, внимание), но и с мышлением. В процессе восприятия участвуют как нижележащие (физиологические), так и вышележащие (психические, когнитивные) процессы, происходит выдвигание перцептивных гипотез и ожиданий (Арбиб, 2004; Величковский, 1999; Глезер, 1993; Фаликман и Печенкова, 2004). Учитывая взаимопроникновение процессов переработки когнитивной информации, в исследовании предпринимается попытка описания связей психофизиологических показателей визуального восприятия с характеристиками «сквозных» процессов (памяти, внимания) и мышления.

Наиболее перспективными в данное время являются работы, в которых, наряду с традиционными психодиагностическими, применяются психофизические и психофизиологические методы изучения когнитивных процессов, поскольку они позволяют объективизировать диагностику. В качестве основы психофизиологического подхода к диагностике восприятия предложен анализ функционального состояния магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной зрительных систем. Магноцеллюлярные и парвоцеллюлярные нейронные системы различны по своей чувствительности к пространственной частоте входной зрительной информации. Магноцеллюлярная система наиболее чувствительна к низким пространственным частотам, парвоцеллюлярная система – к высоким пространственным частотам. Классическим методом оценки их состояния является регистрация контрастной чувствительности зрительной системы в различных диапазонах пространственных частот (Shoshina, Shelepin, Verшинina, & Novikova, 2015).

В свете изложенного выше особую актуальность приобретает проблема комплексных исследований механизмов нарушения зрительного восприятия и мышления во взаимосвязи с функциональным состоянием магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной нейронных систем у больных шизофренией, с целью объективизации данных при выявлении ранних признаков заболевания и их динамики в процессе лечения.

*Целью исследования* было определение механизмов сенсорно-когнитивных нарушений, наблюдающихся при шизофрении, и их связи с изменением функционирования магно- и парвоцеллюлярных нейронных систем на разных этапах заболевания.

## Методы

Исследование выполнено на базе отделений СПб ГБУЗ «Психиатрическая больница № 1 им. П. П. Кащенко». В исследование были включены пациенты с диагнозом шизофрения параноидная форма (F20), установленным в соответствии с диагностическими критериями МКБ-10, без выраженного интеллектуального снижения. Участие пациентов в исследовании проходило при отсутствии выраженного психотического состояния, в состоянии медикаментозной ремиссии, все пациенты принимали лекарственную терапию нейролептиками по назначению лечащего врача. Условия проведения исследований соответствовали требованиям Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации и были одобрены Этическим комитетом Первого Санкт-Петербургского медицинского университета им. И. П. Павлова. В ходе исследования было обследовано 68 пациентов, средний возраст составил  $34 \pm 12$  лет, из них: 51 человек (75 %) – мужчины, 17 (25 %) – женщины. Выборка была разделена на 2 подгруппы: 1) пациенты с первым психотическим эпизодом (длительность заболевания до 1 года) – 30 человек; 2) пациенты с хронической шизофренией (длительность заболевания от 3 до 15 лет) – 38 человек.

Использовались метод визоконтрастометрии, основанный на оценке контрастной чувствительности зрительной системы (Шелепин, Колесникова и Левкович, 1985), и метод оценки помехоустойчивости зрительной системы, основанный на регистрации вероятности правильного ответа в задаче различения местоположения разрыва колец Ландольта, предъявляемых в условиях наложения шума разного количества и качества, что позволяет судить об уровне внутреннего шума зрительной системы. Указанные методы позволили оценить функциональное состояние магно- и парвоцеллюлярных нейронных сетей, обеспечивающих механизмы глобального и локального анализа информации и ее передачу в составе дорзального и вентрального потоков во фронтальные отделы коры головного мозга для построения образа, принятия решения и программирования действия.

Визоконтрастометрию осуществляли с использованием компьютерной программы, разработанной С. В. Прониным в Институте физиологии им. И. П. Павлова РАН, позволяющей формировать тестовые изображения на мониторе любого типа без предварительной его калибровки. Для передачи яркостного профиля тестовых изображений в ней использованы вариации плотности случайно расположенных на черном фоне белых точек. Для измерения порогового контраста применена адаптивная «лестничная» процедура (adaptive staircase procedure). Стимулы предъявляли на экране 15,4" TFT, WXGA, с активной матрицей повышенной яркости (Toshiba TruBrite), разрешением 1024\*600 пикселей, частотой обновления 60 Гц. В случайном порядке слева или справа от центра экрана выводили элементы Габора (рис. 1) с пространственными частотами 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 4,0 и 10,0 цикл/град. При

анализе полученных данных к низким пространственным частотам относили частоты – 0.4, 0.6, 0.8 цикл/град, к средним – 1.0 и 4.0 цикл/град, к высоким – 10 цикл/град.

Задача испытуемого состояла в том, чтобы нажать на правую кнопку мыши, если он видит изображение справа, левую кнопку – если слева.

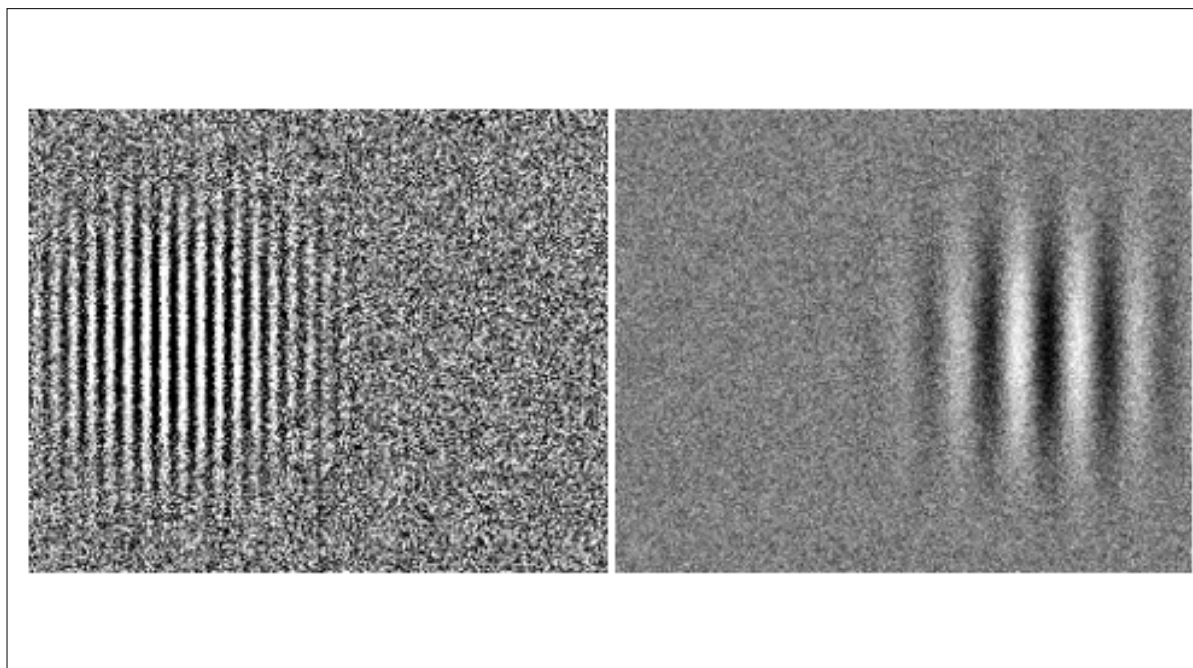


Рисунок 1. Примеры изображений элементов Габора, предъявляемых в исследовании

Выбор просили делать и тогда, когда испытуемый не был уверен, что видит тестовое изображение. Измерение начинали с контраста 0.5 и понижали его до порогового уровня, при котором испытуемый с вероятностью 0.5 допускал хотя бы одну ошибку, после чего контраст начинал колебаться вокруг этого уровня. Шаг изменения контраста составлял 20%.

Количество повторов для каждой пространственной частоты равнялось восьми.

Монитор находился на расстоянии 1,5 метров, уровень расположения глаз испытуемого примерно соответствовал середине экрана, положение головы фиксировали с помощью лобно-подбородной подставки. Наблюдение осуществляли бинокулярно. По условиям проведения эксперимента острота зрения включенных в исследование испытуемых должна была соответствовать норме или быть скорректированной с помощью очков до нормы. Измерения проводили в темноте, источником освещения был только экран монитора.

Оценку помехоустойчивости проводили с помощью компьютерной программы, разработанной С. В. Прониным и Ю. Е. Шелепиным в лаборатории физиологии зрения Института физиологии им. И. П. Павлова РАН (Шошина, Шелепин, Вершинина и Новикова, 2014; Shoshina et al., 2020). На экран монитора выводили белые на черном фоне стилизованные изображения колец Ландольта разного размера с величинами разрыва кольца в 4, 8, 12, 16, 20, 28, 36, 60 и 100 пикселей с наложением помехи и без таковой (рис. 2).



а

б

Рисунок 2. Стилизованные изображения колец Ландольта без наложения шума (а) и (б) с наложением шума (помехи)

Использовали шум, при котором размер элементарной помехи равнялся 25 % от величины разрыва кольца. Количество накладываемого шума в каждом случае составляло 30 %. Задача испытуемого состояла в том, чтобы различить место нахождения разрыва кольца (справа, слева, сверху или снизу). Регистрировали вероятность правильного ответа (в долях от единицы, максимальное значение – 1,0) при предъявлении изображений без шума и с наложением шума (помехи). Количество повторов предъявления изображений колец Ландольта разного размера равнялось 5. Время рассматривания изображений не ограничивалось. Чем выше вероятность правильного ответа, тем выше помехоустойчивость.

Также использовали экспериментально-психологические методики для исследования когнитивных процессов: «Исключение 4-го лишнего», «Сравнение понятий», «Сходства» – для оценки способности осуществлять операции анализа и синтеза, обобщения, абстрагирования, умения выделять главные, существенные признаки предмета или понятия на образном уровне (Блейхер и др., 2002); тест Струпа «Словесно-цветовая интерференция» для оценки степени гибкости/ригидности когнитивного контроля, избирательности произвольного внимания и селективности мышления (Зотов, 2012); «ТМТ» (Trail Making Test), субтест А и Б – для изучения характеристик внимания (концентрации, переключаемости, уровня распределения) и темпа психической деятельности (Мосолов и Кабанов, 2005); «Фигуры Поппельрейтера» позволили оценить зрительный гнозис, способность выделить фигуру из фона; методика «Недорисованные изображения» позволила оценить константность восприятия, сохранность зрительного образа объекта, наличие фрагментарности восприятия (Рубинштейн, 2004). Расчет математико-статистических данных производился в программе STATISTICA 10 с использованием следующих методов статистического анализа данных: сравнительного анализа с использованием критерия Манна – Уитни, корреляционного анализа по Спирмену. Учитывая небольшую численность и неравномерность объема групп, что подразумевает некоторую гетероскедастичность

данных и возможность выбросов, были выбраны непараметрические методы статистической обработки (сравнительный анализ с использованием критерия Манна – Уитни). Отобранные методы являются робастными и не предъявляют требований к распределению данных. Корреляционный анализ осуществлялся с помощью алгоритма расчета коэффициента корреляции Спирмена, который включает этап перевода всех представленных данных в единую шкалу, где само вычисление по формуле коэффициента происходит после преобразования и без него невозможно. Поскольку данное преобразование входит в сам расчет и делается автоматически, мы не стали расписывать в статье сам алгоритм (он является стандартным для использованного статистического метода). В корреляционном анализе использовались следующие физиологические показатели: контрастная чувствительность в диапазоне низких, средних и высоких пространственных частот (единица измерения – цикл/градус), эффективность опознания месторасположения разрыва кольца Ландольта в условиях наложения внешней помехи (помехоустойчивость, единица измерения – доля от 1,0).

### **Результаты и их обсуждение**

По результатам психофизиологического исследования функционального состояния магноцеллюлярных и парвоцеллюлярных нейронных сетей можно заключить, что у пациентов наблюдаются рассогласования механизмов глобального и локального анализа информации, субстратом которых являются преимущественно данные нейронные сети. Пациенты с первым эпизодом шизофрении, заболевшие недавно и не получавшие длительного антипсихотического лечения, демонстрировали повышение активности магноклеточной нейронной системы (механизм глобального анализа), по сравнению с психически здоровыми испытуемыми, тогда как активность парвоклеточной системы (механизм локального анализа) была снижена. Пациенты, длительно страдающие шизофренией (хронические больные) и длительно принимавшие лекарственные антипсихотические препараты, демонстрировали снижение чувствительности (активности) обеих нейронных систем ( $p < 0,05$ ).

Пациенты с первым эпизодом шизофрении демонстрировали снижение, относительно нормы, контрастной чувствительности в диапазоне средних пространственных частот так же, как и хронически больные ( $p < 0,05$ ). В результате регистрации эффективности различения зашумленных изображений установлено достоверное снижение количества правильных ответов о местоположении разрыва кольца Ландольта в условиях шума у хронически больных шизофренией, по сравнению с пациентами с первым эпизодом шизофрении. При этом пациенты с первым эпизодом шизофрении (без длительной фармакотерапии) демонстрировали одинаковую эффективность опознания зашумленных изображений в сравнении с хронически болеющими пациентами, получавшими длительную терапию. Полученные данные свидетельствуют о повышении уровня внутреннего шума системы зрительного восприятия по мере хронизации заболевания.

Больные шизофренией с первым психотическим эпизодом хуже справляются с выделением фигуры из фона в сравнении с хронически больными (методика «Фигуры Поппельрейтера»). Результаты можно увидеть в таблице 1.

Ухудшение выполнения этой методики у больных шизофренией связано со снижением контрастной чувствительности в диапазоне низких пространственных частот, к которым специфична магноцеллюлярная система. В ходе психофизического эксперимента, результаты которого представлены выше, установлено, что при первом психотическом эпизоде

происходит гиперактивация магноклеточной нейронной системы. Данный факт объясняет ухудшение извлечения фигуры из фона у лиц с первым эпизодом шизофрении, которое является следствием сдвига равновесия взаимодействия между концентрацией и распределением внимания в сторону распределения.

Таблица 1

Сравнительный анализ восприятия у пациентов с различным стажем заболевания

<u>Показатель</u>	<u>Хронически</u> <u>больные</u>	<u>Первичный</u> <u>приступ</u>	<u>Значение</u> <u>U-</u> <u>критерия</u>	<u>Z-преобразованный</u> <u>критерий</u>	<u>Уровень</u> <u>значимости</u> <u>различий, p</u>
Восприятие («Фигуры Поппельрейтера»)					
Количество узнанных изображений	9,44 ± 0,70	8,73 ± 0,93	332,00	2,07	0,04

Психологическая диагностика характеристик памяти и внимания представлена в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ показателей памяти и внимания у пациентов с различным стажем заболевания

<u>Показатель</u>	<u>Хронически</u> <u>больные</u>	<u>Первичный</u> <u>приступ</u>	<u>Значение U-</u> <u>критерия</u>	<u>Z-преобразо-</u> <u>ванный</u> <u>критерий</u>	<u>Уровень</u> <u>значимости</u> <u>различий, p</u>
Методика «10 слов»					
Показатель роста запоминания слов	0,55 ± 0,45	0,76 ± 0,30	96,00	-2,08	0,04
Методика «ТМТ» (внимание)					
Время сек., А	54,62 ± 25,47	50,39 ± 25,41	463,00	0,84	
Время сек., Б	163,58 ± 92,68	125,48 ± 70,29	335,50	2,04	0,04



У пациентов на ранних стадиях заболевания (первый эпизод) показатель роста запоминания слов значимо выше (с каждым предъявлением пациенты воспроизводят больше слов), чем у хронически больных. Усредненный профиль по пяти пробам представлен на рисунке 3.

Для больных с хронической формой заболевания характерно неровное воспроизведение запоминаемого материала. Переключаемость внимания и скорость обработки информации (методика «ТМТ», часть Б, время выполнения) у пациентов с первым эпизодом достоверно выше, чем у хронически больных шизофренией.

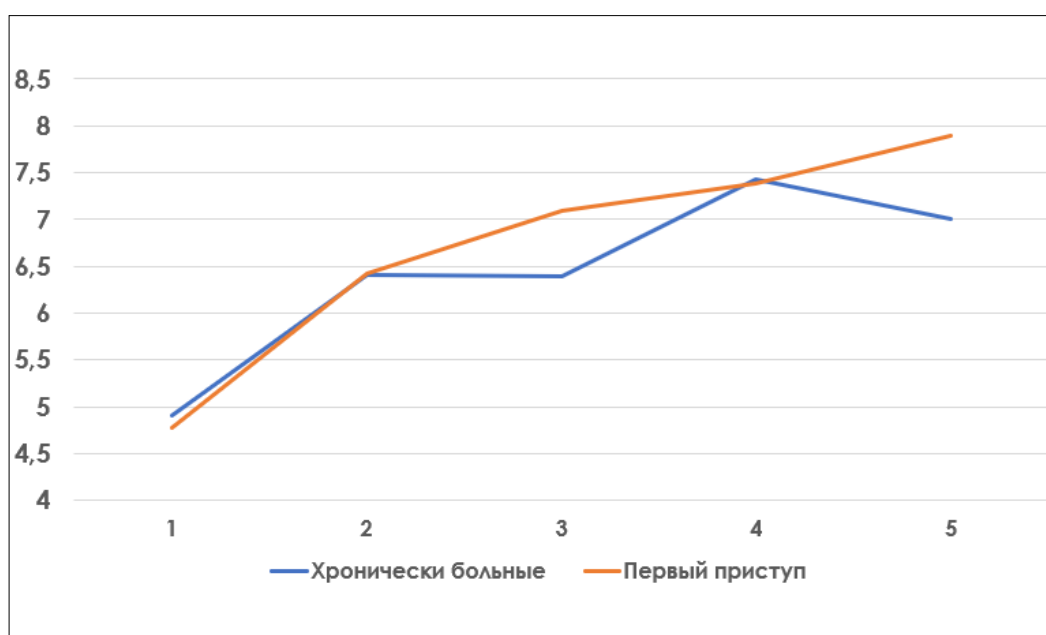


Рисунок 3. Усредненный профиль по пробам «10 слов» у пациентов с различным стажем заболевания

Таким образом, исходя из полученных данных, можно заключить, что пациенты с первым эпизодом шизофрении демонстрируют большую эффективность запоминания, более высокую скорость обработки информации и подвижность нервных процессов (гибкость когнитивного контроля), более высокие переключаемость и распределение внимания, по сравнению с хроническими пациентами с шизофренией. Однако пациенты первой группы давали больше ложных опознаний при восприятии зрительных образов и ложных воспроизведений при запоминании слов. Это отражает остроту психического состояния и может быть объяснено гиперактивацией магноклеточной нейронной системы, изменением характера взаимодействия магно- и парвоклеточной нейронных систем, и, соответственно, нарушением равновесия во взаимодействии между процессами концентрации и распределения внимания.

Далее нами был проведен корреляционный анализ физиологических показателей и психологических параметров исследования процессов памяти, восприятия, внимания и мышления. По результатам анализа были построены корреляционные плеяды (рис. 4–5).

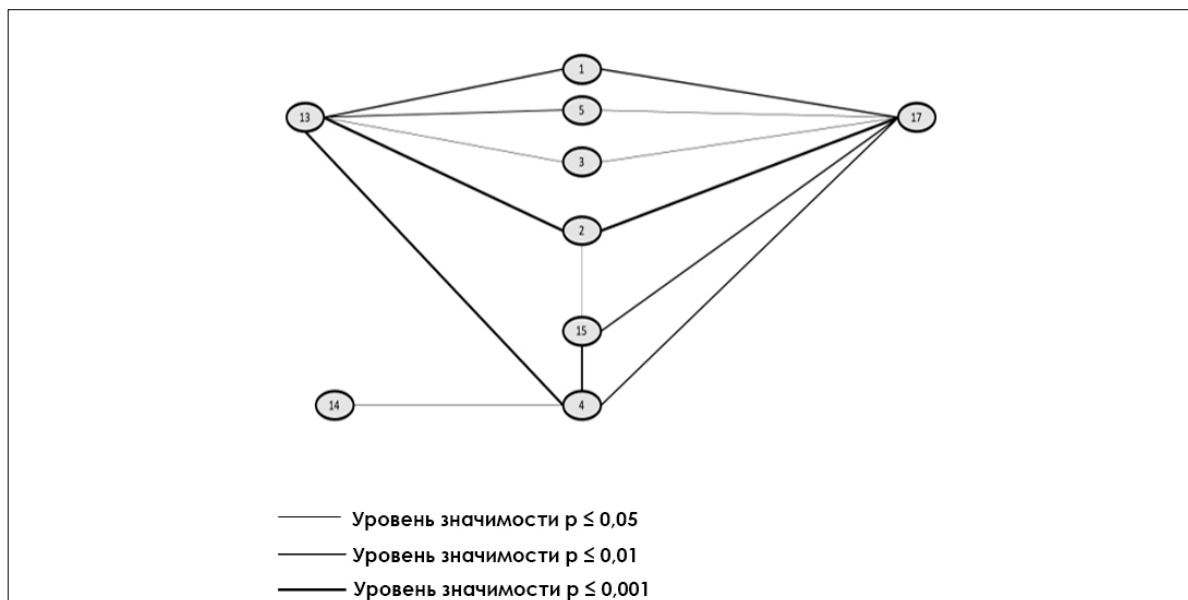


Рисунок 4. Корреляционная плеяда физиологических показателей с характеристиками памяти

Условные обозначения: 1) 1 предъявление; 2) 4 предъявление; 3) 5 предъявление; 4) ретенция; 5) среднее по пробам памяти; 13) контрастная чувствительность в диапазоне низких пространственных частот; 14) контрастная чувствительность в диапазоне средних пространственных частот; 15) контрастная чувствительность в диапазоне высоких пространственных частот; 17) помехоустойчивость.

Установлено, что все показатели памяти (рис. 4), включая отсроченное воспроизведение, имеют выраженную прямую корреляционную связь с контрастной чувствительностью в диапазоне низких пространственных частот, к которым специфична магноцеллюлярная нейронная система, обеспечивающая *глобальный* механизм анализа зрительного поля (Шошина и др., 2014; Шошина и Шелепин, 2016). Отростки нейронов магноцеллюлярной системы формируют дорзальный путь передачи информации из каудальных отделов во фронтальные зоны коры, которые отвечают за контроль, принятие решений и программирование действий (Merigan & Maunsell, 1993).

При этом также показано, что отсроченное воспроизведение имеет выраженную корреляционную связь с контрастной чувствительностью в диапазоне высоких пространственных частот, к которым специфична парвоцеллюлярная нейронная система, обеспечивающая *локальный* анализ зрительного поля (Шошина и др., 2014; Шошина и Шелепин, 2016). Отростки нейронов парвоцеллюлярной системы формируют вентральный путь передачи информации из каудальных отделов во фронтальные зоны коры (Merigan & Maunsell, 1993). Таким образом, получены данные в пользу того, что магноцеллюлярная нейронная система включена в процессы памяти и обеспечивает *процедурное* запоминание, т. к. нейроны магноцеллюлярной системы специфичны к оценке движения и, соответственно, включены в моторное научение. Процедурное запоминание основано на запоминании последовательности действий без обращения к содержательной стороне и улавливания сути, определяет автоматизацию действий, лежащих в основе формирования привычек и навыков. Тот факт, что показатель отсроченного воспроизведения связан с контрастной чувствительностью в диапазоне высоких пространственных

частот, свидетельствует о вовлечении парвоцеллюлярной нейронной сети в процессы памяти, вероятно, за счет установления семантических связей. Таким образом, продемонстрированы особенности взаимодействия магно- и парвоцеллюлярной нейронных сетей в обеспечении процессов запоминания. Результаты регрессионного анализа свидетельствуют о высоком коэффициенте детерминации показателей памяти контрастной чувствительностью в диапазоне низких и высоких пространственных частот, а также помехоустойчивостью (эффективностью опознания местоположения разрыва кольца Ландольта в условиях шума).

При этом наибольший вклад в эффективность отсроченного воспроизведения вносит контрастная чувствительность в диапазоне высоких пространственных частот, связанная с работой парвоцеллюлярной системы.

Обратимся к анализу взаимосвязей парво- и магно- систем с характеристиками восприятия и внимания (см. рис. 5). Установлена выраженная прямая корреляция между контрастной чувствительностью в диапазоне низких, средних и высоких пространственных частот с количеством правильно достроенных образов в методике «Незавершенные изображения» и, соответственно, обратная корреляция с количеством неверно достроенных образов. Кроме того, показана выраженная прямая зависимость между контрастной чувствительностью в диапазоне низких пространственных частот и количеством узанных изображений в методике «Фигуры Поппельрейтера».

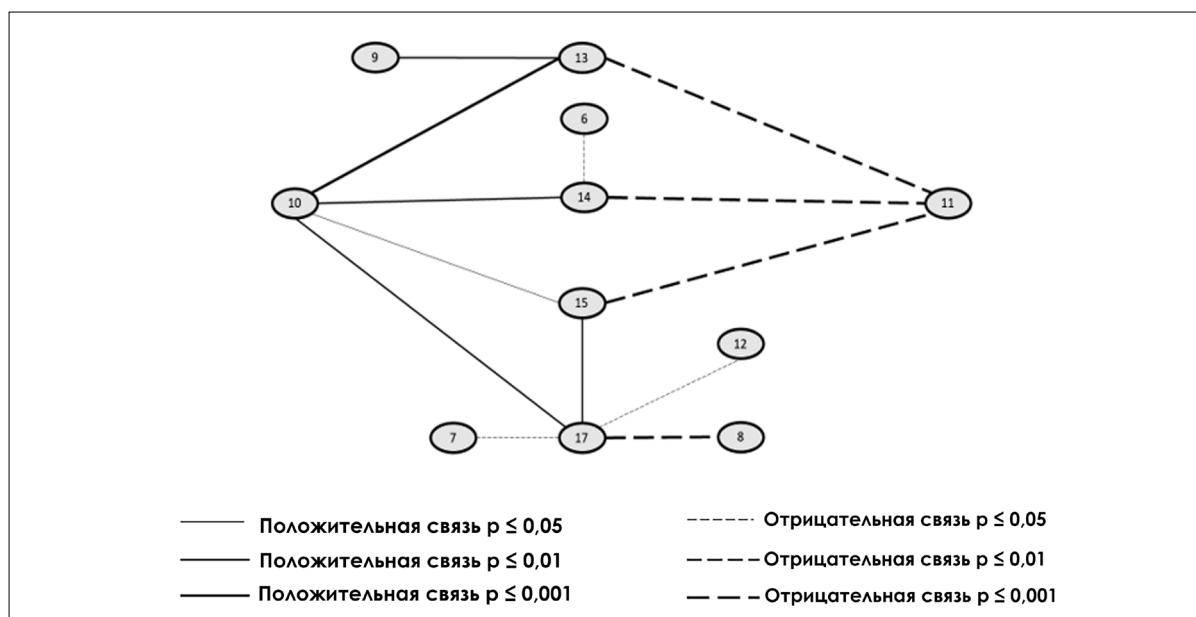


Рисунок 5. Корреляционная плеяда физиологических показателей с характеристиками восприятия и внимания

Условные обозначения: 6) коэффициент ригидности (методика Струпа); 7) время в секундах («ТМТ», внимание); 8) количество ошибок («ТМТ», внимание); 9) количество узанных изображений («Фигуры Поппельрейтера»); 10) количество узанных изображений («Незавершенные изображения»); 11) количество неузнанных изображений («Незавершенные изображения»); 12) искажения в восприятии («Незавершенные изображения»); 13) контрастная чувствительность в диапазоне низких пространственных частот; 14) контрастная чувствительность в диапазоне средних пространственных частот; 15) контрастная чувствительность в диапазоне высоких пространственных частот; 17) помехоустойчивость.

Полученные результаты свидетельствуют о роли каждой из нейронных систем и их взаимодействии в задаче достраивания образа и обеспечении целостного восприятия. Полученные данные свидетельствуют о роли механизмов глобального и локального анализа при извлечении фигуры из фона. Таким образом, в очередной раз продемонстрирована важность взаимодействия магно- и парвоцеллюлярной нейронных систем, соответственно, механизмов глобального и локального анализа в обеспечении восприятия, независимо от задачи.

На заключительном этапе был проведен анализ взаимосвязей физиологических показателей с характеристиками мышления (рис. 6).

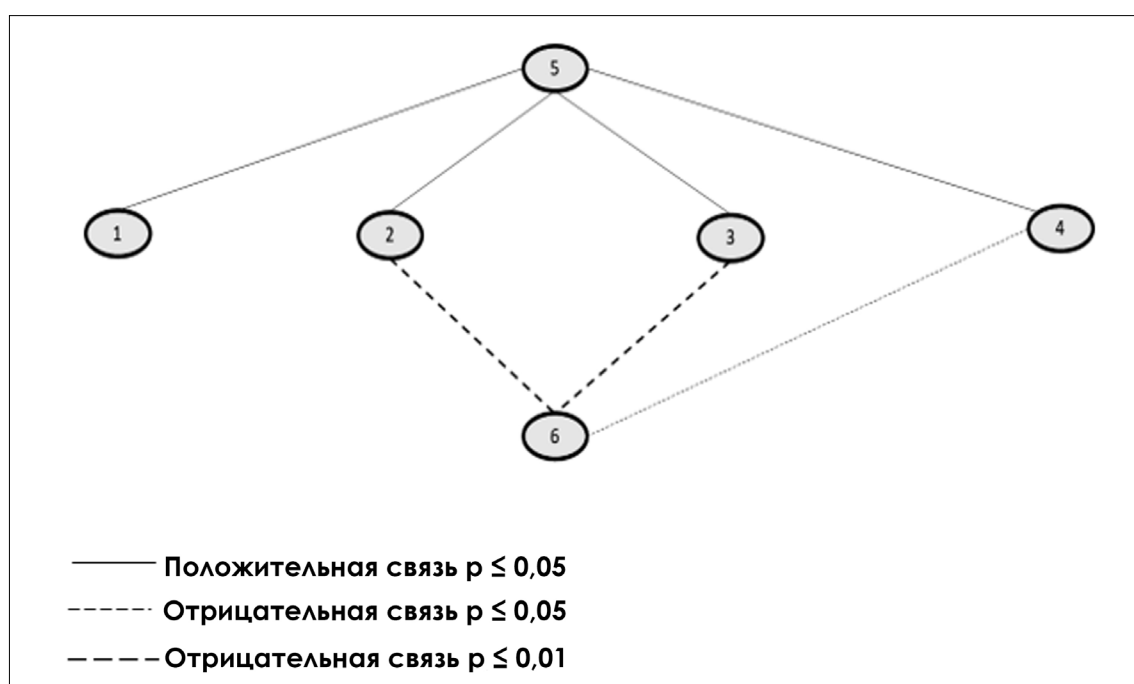


Рисунок 6. Корреляционная плеяда физиологических показателей с характеристиками мышления

Условные обозначения: 1) контрастная чувствительность в диапазоне низких пространственных частот; 2) контрастная чувствительность в диапазоне средних пространственных частот; 3) контрастная чувствительность в диапазоне высоких пространственных частот; 4) помехоустойчивость; 5) уровень обобщения; 6) искажения процесса обобщения.

Проведенный корреляционный анализ результатов психофизиологической диагностики с исследованием мышления обнаружил корреляционную связь между контрастной чувствительностью в диапазоне средних пространственных частот с параметром «уровень обобщения» (абстрагирования и категоризации) и отрицательную корреляцию с параметром «искажение процесса обобщения» (нарушение селекции существенных, релевантных признаков предметов и явлений при формировании суждений) по методике «Исключение 4-го лишнего». Таким образом, установлен вклад как магно-, так и парвоцеллюлярной систем (механизмы глобального и локального анализа) в осуществление процессов мышления (абстрагирования

и категоризации, оценки и отбора существенной информации), что является основой построения полноценной и реалистичной картины мира, планирования и регуляции социального поведения и выбора адекватных стратегий поведения в ситуациях социального взаимодействия.

### **Выводы**

1. Пациенты с первым эпизодом шизофрении, заболевшие недавно и не получавшие длительного антипсихотического лечения, демонстрировали повышение активности магноклеточной нейронной системы и снижение активности парвоклеточной системы. Пациенты, длительно страдающие шизофренией и длительно принимающие лекарственные антипсихотические препараты, демонстрировали снижение активности обеих нейронных систем. По мере хронизации заболевания наблюдалось снижение помехоустойчивости системы зрительного восприятия.

2. Больные с первым психотическим эпизодом хуже справляются с выделением фигуры из фона, дают больше ложных опознаний при восприятии зрительных образов в сравнении с хронически больными, что отражает остроту психического состояния и обусловлено гиперактивацией магноклеточной нейронной системы на первом этапе заболевания.

3. У пациентов с первым эпизодом шизофрении более высокая скорость обработки информации и гибкость когнитивного контроля, более высокие переключаемость и распределение внимания, выше эффективность запоминания, чем у хронических больных, что связано с общим снижением активности магно- и парвоклеточной нейронных систем по мере хронизации заболевания и длительности лечения.

4. В мышлении параметр «уровень обобщения» (абстрагирование и категоризация) тесно связан преимущественно с уровнем активности магноцеллюлярной системы, а также с согласованностью и балансом во взаимодействии обеих нейронных систем, обеспечивающих процессы глобального и локального анализа информации.

5. Параметр «искажение процесса обобщения», отражающий процесс анализа и селекции существенных (релевантных) признаков при формировании суждений, связан с активностью преимущественно парвоцеллюлярной системы (механизм локального анализа): снижение ее активности и нарушение равновесия с магноцеллюлярной системой приводит к увеличению числа ответов по «латентным» признакам, ухудшению селективности и избирательности мышления.

### **Заключение**

Получен пул данных для разработки технологии объективной диагностики нарушений мышления и восприятия при психических заболеваниях, который позволит осуществлять мониторинг функционального состояния мозга при нервно-психических расстройствах, оценивать эффективность фармакологической терапии и ее влияние на сенсорно-когнитивные функции, тем самым обеспечить реализацию персонифицированного подхода в терапии психически больных.

Совокупность выбранных для исследования психофизиологических и психофизических, а также психодиагностических методов позволила изучить взаимосвязь восприятия и мышления при шизофрении. В результате реализации данного этапа проекта получены новые данные о взаимосвязи механизмов глобального и локального анализа зрительной информации и когнитивных нарушений при шизофрении на разных этапах заболевания. Полученные

результаты позволяют утверждать, что ранние сенсорные дефициты тесно взаимосвязаны с уровнем и характером функционирования более высокоуровневых когнитивных процессов (восприятие, внимание, память и мышление).

## Литература

- Арбиб, М. (2004). *Метафорический мозг* (2-е изд.). Москва: Едиториал УРСС.
- Блейхер, В. М., Крук, И. В. и Боков, С. Н. (2002). *Клиническая патопсихология: руководство для врачей и клинических психологов*. Москва: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: МОДЭК.
- Бологов, П. В., Критская, В. П. и Мелешко, Т. К. (2009). Клинико-патопсихологические аспекты дифференциации шизоаффективного психоза. *Психиатрия*, 3, 7–14.
- Величковский, Б. М. (1999). От уровней обработки к стратификации познания. *Вопросы психологии*, 4, 58–75.
- Глезер, В. Д. (1993). *Зрение и мышление* (2-е изд., испр. и доп.). Санкт-Петербург: Наука.
- Гурович, И. Я., Шмуклер, А. Б. и Магомедова, М. В. (2001). Соотношение нейрокогнитивного дефицита и социального функционирования у больных шизофренией и шизоаффективным расстройством на различных этапах заболевания. *Социальная и клиническая психиатрия*, 11(4), 31–35.
- Зайцева, Ю. С., Саркисян, Г. Р., Саркисян, В. В. и Сторожакова, Я. А. (2011). Сравнительное исследование нейрокогнитивного профиля больных параноидной шизофренией и шизоаффективным расстройством с первыми психотическими эпизодами. *Социальная и клиническая психиатрия*, 21(2), 5–11.
- Зотов, М. В. (2012). *Механизмы регуляции познавательной деятельности в условиях эмоционального стресса*. Санкт-Петербург: Речь.
- Иванов, М. В. и Незнанов, Н. Г. (2008). *Негативные и когнитивные расстройства при эндогенных психозах: диагностика, клиника, терапия*. Санкт-Петербург: Европейский Дом.
- Лебедева, Г. Г. и Исаева, Е. Р. (2017). Профили когнитивного дефицита при параноидной шизофрении и шизотипическом расстройстве. *Клиническая и специальная психология*, 6(1), 79–94.
- Лебедева, Г. Г., Исаева, Е. Р. и Степанова, А. В. (2013). Когнитивный дефицит при параноидной шизофрении и шизотипическом расстройстве: сравнительное исследование когнитивных нарушений. *Вестник ТГПУ*, 5, 155–160.
- Мосолов, С. Н. и Кабанов, С. О. (2005). Нейрокогнитивный дефицит у больных параноидной шизофренией в процессе терапии кветиапином, рисперидоном и галоперидолом. *Психиатрия*, 1. Доступ 05 февраля 2021, источник <http://www.psychiatry.ru/stat/190>
- Мухитова, Ю. В. (2013). Нарушения когнитивных функций у больных шизофренией с разной степенью выраженности психического дефекта. *Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта*, 8, 117–124.
- Незнанов, Н. Г., Шмуклер, А. Б., Костюк, Г. П. и Софронов, А. Г. (2018). Первый психотический эпизод: эпидемиологические аспекты организации помощи. *Социальная и клиническая психиатрия*, 28(3), 5–11.
- Рубинштейн, С. Я. (2004). *Экспериментальные методики патопсихологии и опыт применения их в клинике. Практическое руководство*. Москва: Апрель Пресс.
- Рычкова, О. В., Федорова, А. П. и Приймак, М. А. (2011). Нарушения социального интеллекта

- и клиническая симптоматика при шизофрении. *Социальная и клиническая психиатрия*, 21(3), 10–21.
- Ткаченко, С. В. и Бочаров, А. В. (1991). Нейропсихологический анализ дефекта при шизофрении и аффективных психозах. В М. М. Кабанов (ред.), *Шизофренический дефект (диагностика, патогенез, лечение)* (с. 95–123). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В. М. Бехтерева.
- Фаликман, М. В. и Печенкова, Е. В. (2004). Стратегическая регуляция решения перцептивной задачи как класс нисходящих влияний на процесс построения перцептивного образа. В *Первая Российская конференция по когнитивной науке. Тезисы докладов* (с. 237–239). Казань: КГУ.
- Чередникова, Т. В. (2011). Современные нейропсихологические, нейрогенетические и нейроматематические концепции нарушений мышления при шизофрении: обзор. *Психологические исследования: электрон. науч. журнал*, 1. Доступ 09 февраля 2021, источник <http://psystudy.ru>
- Шелепин, Ю. Е., Колесникова, Л. Н. и Левкович, Ю. И. (1985). *Визоконтрастометрия: измерение пространственных передаточных функций зрительной системы*. Ленинград: Наука.
- Шошина, И. И. и Шелепин, Ю. Е. (2016). *Механизмы глобального и локального анализа зрительной информации при шизофрении*. Санкт-Петербург: Издательство ВВМ.
- Шошина, И. И., Шелепин, Ю. Е., Вершинина, Е. А. и Новикова, К. О. (2014). Функциональные особенности магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной систем при шизофрении. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Психология»*, 7(4), 77–88.
- Янушко, М. Г., Иванов, М. В. и Сорокина, А. В. (2014). Когнитивные нарушения при эндогенных психозах: современные представления в свете дименсионального подхода. *Социальная и клиническая психиатрия*, 24(1), 90–95.
- Addington, J., Addington, D., & Gasbarre, L. (2001). Neurocognitive and social functioning in schizophrenia and other diagnoses. *Schizophrenia Research*, 48(2–3), 367–368. [https://doi.org/10.1016/S0920-9964\(00\)00103-1](https://doi.org/10.1016/S0920-9964(00)00103-1)
- Green, M. F., & Harvey, P. D. (2014). Cognition in schizophrenia: Past, present, and future. *Schizophrenia Research: Cognition*, 1(1), e1–e9. <https://doi.org/10.1016/j.scog.2014.02.001>
- Green, M. F., & Leitman, D. I. (2008). Social cognition in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 34(4), 670–672. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbn045>
- Harvey, P. D., & Keefe, R. S. E. (2009). Clinical neuropsychology of schizophrenia. In I. Grant, K. M. Adams (Eds.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (3rd ed., pp. 507–522). New York: Oxford University Press.
- Isaeva, E. R., Lebedeva, G. G., & Simon, Y. A. (2018). On the issue of choosing psychodiagnostic methods of measuring and scoring of cognitive deficit in case of schizophrenia. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 24(4), 803–806. <https://doi.org/10.1111/jep.12886>
- Kalkstein, S., Hurford, I., & Gur, R. C. (2010). Neurocognition in schizophrenia. In N. Swerdlow (Ed.), *Behavioral neurobiology of schizophrenia and its treatment. Current topics in behavioral neurosciences* (Vol. 4, pp. 373–390). Berlin, Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/7854\\_2010\\_42](https://doi.org/10.1007/7854_2010_42)
- Kurylo, D. D., Pasternak, R., Silipo, G., Javitt, D. C., & Butler, P. D. (2007). Perceptual organization by proximity and similarity in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 95(1–3), 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2007.07.001>
- Merigan, W. H., & Maunsell, J. H. R. (1993). How parallel are the primate visual pathways? *Annual Review of Neuroscience*, 16, 369–402. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.16.030193.002101>

- Mesholam-Gately, R. I., Giuliano, A. J., Goff, K. P., Faraone, S. V., & Seidman, L. J. (2009). Neurocognition in first-episode schizophrenia: A meta-analytic review. *Neuropsychology*, 23(3), 315–336. <https://doi.org/10.1037/a0014708>
- Moustafa, A. A., Garami, J. K., Mahlberg, J., Golembieski, J., Keri, S., Misiak, B., & Frydecka, D. (2016). Cognitive function in schizophrenia: Conflicting findings and future directions. *Reviews in the Neurosciences*, 27(4), 435–448. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2015-0060>
- Nuechterlein, K. H., Dawson, M. E., Gitlin, M., Ventura, J., Goldstein, M. J., Snyder, K. S., ... Mintz, J. (1992). Developmental processes in schizophrenic disorders: Longitudinal studies of vulnerability and stress. *Schizophrenia Bulletin*, 18(3), 387–425. <https://doi.org/10.1093/schbul/18.3.387>
- Penadés, R., Franck, N., González-Vallespí, L., & Dekerle, M. (2019). Neuroimaging studies of cognitive function in schizophrenia. In P. Guest (Ed.), *Reviews on biomarker studies in psychiatric and neurodegenerative disorders. Advances in experimental medicine and biology* (Vol. 1118, pp. 117–134). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05542-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05542-4_6)
- Peskin, N., Koren, D., & Gabay, S. (2020). Subcortical neural tracks play an important role in executive function in schizophrenia: An experimental study among patients with schizophrenia and healthy comparisons. *Schizophrenia Research: Cognition*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.scog.2020.100185>
- Sartorius, N., Chiu, H., Heok, K. E., Lee, M.-S., Ouyang, W.-C., Sato, M., ... Yu, X. (2014). Name change for schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 40(2), 255–258. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbt231>
- Savla, G. N., Moore, D. J., & Palmer, B. W. (2008). Cognitive functioning in schizophrenia. In K. T. Mueser, D. V. Jeste (Eds.), *Clinical handbook of schizophrenia* (pp. 91–99). New York: Guilford Press.
- Schaub, A., Neubauer, N., Mueser, K. T., Engel, R., & Möller, H.-J. (2013). Neuropsychological functioning in inpatients with major depression or schizophrenia. *BMC Psychiatry*, 13, 203. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-13-203>
- Shoshina, I. I., Shelepin, Y. E., Verzhinina, E. A., & Novikova, K. O. (2015). The spatial-frequency characteristics of the visual system in schizophrenia. *Human Physiology*, 41, 251–260. <https://doi.org/10.1134/S0362119715030159>
- Shoshina, I., Isajeva, E., Mukhitova, Y., Tregubenko, I., Khan'ko, A., Limankin, O., & Simon, Y. (2020). The internal noise of the visual system and cognitive functions in schizophrenia. *Procedia Computer Science*, 169, 813–820. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.158>

Дата получения рукописи: 30.10.2020

Дата окончания рецензирования: 15.01.2021

Дата принятия к публикации: 30.01.2021

### Информация об авторах

**Елена Рудольфовна Исаева** – доктор психологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая кафедрой общей и клинической психологии, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 3322-6935.

**Илья Александрович Трегубенко** – кандидат психологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доцент кафедры



Исаева Е. Р., Трегубенко И. А., Мухитова Ю. В., Шошина И. И.

Функциональное состояние магно- и парвоцеллюлярных нейронных систем и когнитивные нарушения..

**Российский психологический журнал**, 2021, Т. 18, № 1, 74–90. doi: 10.21702/rpj.2021.1.6

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, МЕДИЦИНСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

---

общей и клинической психологии, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 3846-2116.

**Юлианна Владимировна Мухитова** – кандидат психологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доцент кафедры общей и клинической психологии, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 3633-2533.

**Ирина Ивановна Шошина** – доктор биологических наук, доцент, ФГБУН «Институт физиологии им. И. П. Павлова» РАН, главный научный сотрудник Лаборатории физиологии зрения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; SPIN-код: 9118-1774.

#### **Заявленный вклад авторов**

**Елена Рудольфовна Исаева** – планирование и руководство исследованием, организация экспериментально-психологических исследований, анализ и интерпретация полученных экспериментальных данных, подготовка и редактирование рукописи.

**Илья Александрович Трегубенко** – планирование исследования, статистическая обработка данных исследований, анализ и описание данных математико-статистических данных для рукописи, работа с источниками, подготовка рукописи.

**Юлианна Владимировна Мухитова** – планирование исследования, проведение экспериментально-психологических исследований, заполнение протоколов исследования, работа с источниками, подготовка рукописи.

**Ирина Ивановна Шошина** – планирование исследования, консультирование по организации исследования, проведение психофизических исследований зрительных функций с помощью метода визоконтрастометрии и оценки помехоустойчивости у психически больных шизофренией, подготовка рукописи.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**