

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС И РАЗВИТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ, РОЛЬ СЕМЕЙНОЙ СРЕДЫ И СОЦИОЭКОНОМИЧЕСКОГО СТАТУСА**

Хасанова Мамура Икрамовна,

к.м.н., доцент

Ташкентский государственный медицинский университет

Файзиева Мухаббат Файзиевна,

к.м.н., доцент

Ташкентский государственный медицинский университет

### **Аннотация**

В обзорной статье рассматривается влияние экологического стресса на развитие нервной системы с позиций современных междисциплинарных исследований. Проанализированы ключевые механизмы стресс-индуцированного воздействия на нейроразвитие, а также критические периоды онтогенеза, характеризующиеся повышенной уязвимостью нервной системы. Особое внимание удалено роли социоэкономического статуса как фактора кумулятивной стрессовой нагрузки и семейной среды как модификатора риска, способного как усиливать, так и смягчать неблагоприятные эффекты экологических воздействий. Показано, что учет взаимодействия биологических, социальных и семейных детерминант имеет принципиальное значение для оценки риска нарушений нейроразвития и разработки профилактических стратегий.

**Ключевые слова:** экологический стресс, нейроразвитие, социоэкономический статус, семейная среда, факторы риска.

### **Introduction**

#### **Введение**

Экологический стресс рассматривается как значимый фактор риска нарушений развития нервной системы, особенно в периоды её высокой чувствительности в раннем онтогенезе. Современные исследования показывают, что хроническое воздействие неблагоприятных факторов среды ассоциировано с изменениями когнитивного, эмоционального и поведенческого развития, формируя долгосрочные последствия для здоровья [1,2]. Выраженность и направленность влияния экологического стресса во многом определяется социальным контекстом развития ребёнка. Низкий социоэкономический статус и неблагоприятные условия проживания усиливают кумулятивную стрессовую нагрузку, тогда как поддерживающая семейная среда способна частично компенсировать негативное воздействие факторов среды [3,4]. В этой связи семейные и социальные условия рассматриваются как ключевые модификаторы риска нарушений нейроразвития.

Несмотря на значительное количество исследований, данные о взаимодействии экологического стресса, семейной среды и социоэкономического статуса остаются разрозненными и требуют систематизации. Целью настоящей обзорной статьи является анализ влияния экологического стресса на развитие нервной системы с акцентом на роль семейной среды и социоэкономического статуса.

**Экспозиции и критические периоды нейроразвития.** Воздействие экологического и психосоциального стресса носит кумулятивный характер и приобретает наибольшее значение в периоды повышенной чувствительности развивающейся нервной системы. Экологические стрессоры, включая неблагоприятные условия проживания и техногенную нагрузку, формируют устойчивое напряжение адаптационных механизмов, влияя на психоневрологическое состояние и качество жизни [12]. Пренатальный период является первым критическим этапом, в котором стрессовые воздействия внешней и социальной среды могут программировать функциональную реактивность нервной системы. Ранний стресс ассоциирован с долговременными изменениями нейроэндокринной регуляции и повышенной уязвимостью к неблагоприятным факторам в последующие периоды развития, что подтверждается экспериментальными и клиническими данными [9,11,14].

Следующее «окно уязвимости» приходится на раннее детство и связано с высокой пластичностью нервной системы. Неблагоприятный социально-экономический контекст и дефицит поддерживающей семейной среды ассоциированы с особенностями формирования когнитивных и эмоциональных функций, а также с изменениями нейронных коррелятов развития мозга [15,7,1]. Подростковый период характеризуется повторным повышением чувствительности к стрессовым воздействиям на фоне нейробиологической перестройки и формирования механизмов саморегуляции. Хроническая техногенная и социальная нагрузка в этом возрасте сопровождается снижением адаптационных ресурсов и ростом психоэмоционального напряжения, что отражено в отечественных и зарубежных исследованиях [3,5,8]. Пренатальный этап, раннее детство и подростковый период представляют собой ключевые окна уязвимости, в которые кумулятивное воздействие экологического стресса может оказывать наиболее выраженное влияние на развитие нервной системы.

**Механизмы влияния экологического стресса на нервную систему.** Воздействие экологического и психосоциального стресса на нервную систему реализуется через активацию стресс-реализующих и иммунных механизмов, приводящих к устойчивым изменениям нейроэндокринной регуляции. Хронический стресс сопровождается напряжением адаптационных систем и снижением стрессоустойчивости, что повышает уязвимость центральной нервной системы, особенно в периоды активного развития [2]. Ключевым звеном стресс-ответа является гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось, длительная активация которой приводит к дисбалансу стресс-гормонов и нарушению нейронной пластичности. Coffman и соавт. (2022) показали, что ранний стресс способен программировать реактивность нервной и иммунной систем, формируя

устойчивые изменения регуляторных механизмов [14]. Воспалительные реакции при этом рассматриваются как медиатор повреждающего действия хронического стресса на нервную ткань.

Долговременный характер стресс-индуцированных изменений во многом обусловлен эпигенетическими механизмами. Ortega и соавт. (2021) подчёркивают, что стресс в ранние периоды жизни ассоциирован с изменениями экспрессии генов, участвующих в регуляции стресс-ответа и нейронного развития [16].

Функциональные последствия указанных механизмов проявляются преимущественно в сфере когнитивного и эмоционального развития. По данным Olson и соавт. (2021), неблагоприятные социально-экономические условия ассоциированы с особенностями формирования нейронных сетей, вовлечённых в регуляцию эмоций и исполнительных функций [10, 13, 15]. Tian и соавт. (2021) показали, что стресс-гормональные реакции опосредуют влияние социального неблагополучия на развитие миндалино-префронтальных связей у детей [17]. Основные механизмы воздействия экологического стресса и их функциональные эффекты обобщены в таблице 1.

Таблица 1.

#### **Ключевые механизмы влияния экологического стресса на нервную систему**

Механизм	Основное звено	Функциональные последствия
Стресс-система	ГГН-ось	Нарушение саморегуляции
Воспаление	Иммунная активация	Повышенная уязвимость ЦНС
Нейроэндокринные эффекты	Дисбаланс гормонов	Снижение нейропластичности
Эпигенетические изменения	Регуляция экспрессии генов	Долговременные эффекты
Нейронные сети	Функциональная перестройка	Когнитивные и эмоциональные нарушения

**Семья и социоэкономический статус как модификаторы риска нарушений нейроразвития.** Социоэкономический статус семьи выступает значимым фоновым фактором, определяющим кумулятивную стрессовую нагрузку на развивающуюся нервную систему. Низкий уровень материальных и образовательных ресурсов ассоциирован с хроническим воздействием неблагоприятных условий среды и снижением адаптационного потенциала детей и подростков, что показано в работах Зевелевой и Кокунова (2024), а также в систематическом обзоре Olson и соавт. (2021) [1,15]. Кумулятивное воздействие неблагоприятного социоэкономического контекста реализуется через усиление стресс-реактивности и нарушение механизмов регуляции эмоций и поведения. Tian и соавт. (2021) продемонстрировали, что социально-экономическое неблагополучие опосредует своё влияние на нейроразвитие через стресс-

гормональные реакции и изменения функциональных нейронных связей [17]. Аналогичные положения отражены в отечественных исследованиях, рассматривающих социальные условия как фактор, усиливающий действие экологического стресса [12]. Семейная среда, в отличие от социоэкономического статуса, выполняет модифицирующую функцию и может выступать как фактор риска, так и фактор защиты. Нестабильный эмоциональный климат и дезадаптивные стили воспитания ассоциированы с нарушением формирования механизмов саморегуляции и эмоциональной устойчивости у детей, что показано в работах Меньшиковой и соавт. [7]. В то же время поддерживающая и предсказуемая семейная среда способствует снижению уровня хронического стресса и повышению адаптационных ресурсов, даже при неблагоприятном социально-экономическом фоне [2,6]. Социоэкономический статус формирует уровень базовой стрессовой нагрузки, тогда как семейная среда определяет индивидуальную чувствительность нервной системы к воздействию экологического стресса и траектории нейроразвития.

### **Заключение**

Влияние экологического стресса на развитие нервной системы носит кумулятивный характер и наиболее значимо в критические периоды нейроразвития. Социоэкономический статус определяет уровень фоновой стрессовой нагрузки, тогда как семейная среда выступает ключевым фактором, модифицирующим риск неблагоприятных нейроразвивающих исходов. Учёт взаимодействия экологических, семейных и социальных факторов является необходимым условием объективной оценки риска и разработки профилактических мер.

### **Литература**

1. Зевелева, Е. А., & Кокунов, К. А. (2024). Влияние социально-экономического статуса семьи на образовательные. Управление образованием: теория и практика, 14(8-1), 74-82.
2. Кобозев, И. Ю., Шленков, А. В., Семакова, А. И., Белянкина, В. А., & Мартынов, М. А. (2022). Психология стресса и стрессоустойчивого поведения.
3. Кочубей, О. В., Пашутина, Е. Н., & Гарская, Н. А. (2025). Оценка адаптационных ресурсов школьников в условиях техногенной среды. Современные вопросы биомедицины, 9(2), 93-101.
4. Кушмуратова, Н. А. (2024). Изучение влияние экологических факторов на нервную систему молодежи проживающих в каракалпакстане. Форум молодых ученых, (9 (97)), 32-37.
5. Лялина, И. Ю., & Молоканова, Ю. П. Экология человека и социальные проблемы. Биология, 6, 01.
6. Мамедова, Г. И., & Воротынцева, Д. А. (2023). Аутосуггестия как способ борьбы со стрессом.

7. Меньшикова, Е. Л., Стебакова, Д. А., & Кирикова, М. И. Факторы семейной среды, препятствующие формированию эмоционального благополучия у детей дошкольного возраста.
8. Рыжевол, Е. В., Пархомчук, Д. С., Ларькова, И. В., & Булгакова, О. С. (2021). Психофизиологические механизмы состояния напряжения и стресса (обзор российских источников, 20052021). Вестник психофизиологии, (4), 19-36.
9. Северин, А. Е., & Чибисов, С. М. Обоснование формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у человека в экстремальных условиях арктики.
10. Сигарева, Е. П., & Сивоплясова, С. Ю. (2023). Влияние рождения детей на социально-экономический статус семьи. In Научные результаты социологии-2022 (pp. 31-43).
11. Сухарев, Е. С. (2024). Планирование семьи: влияние внешних и внутренних факторов. Человек. Общество. Инклузия, 15(1), 8-18.
12. Табаров, С. Ф. (2022). Экологический стресс и методология оценки его влияния на качество жизни населения России. In Актуальные вопросы образования, науки и культуры в интересах устойчивого развития (pp. 149-155).
13. Титов, В. И. Профессиональный стресс. Перспективы цифровых технологий в технических учебных заведениях, 101.
14. Coffman, J. A., Burman, M. A., & Duboué, E. R. (2022). Editorial: Early Life Stress and Developmental Programming of Immune and Nervous System Responsivity. *Frontiers in cell and developmental biology*, 10, 897251. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.897251>
15. Olson, L., Chen, B., & Fishman, I. (2021). Neural correlates of socioeconomic status in early childhood: a systematic review of the literature. *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 27(3), 390–423. <https://doi.org/10.1080/09297049.2021.1879766>
16. Ortega, V. A., Mercer, E. M., Giesbrecht, G. F., & Arrieta, M. C. (2021). Evolutionary Significance of the Neuroendocrine Stress Axis on Vertebrate Immunity and the Influence of the Microbiome on Early-Life Stress Regulation and Health Outcomes. *Frontiers in microbiology*, 12, 634539. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.634539>
17. Tian, T., Young, C. B., Zhu, Y., Xu, J., He, Y., Chen, M., Hao, L., Jiang, M., Qiu, J., Chen, X., & Qin, S. (2021). Socioeconomic Disparities Affect Children's Amygdala-Prefrontal Circuitry via Stress Hormone Response. *Biological psychiatry*, 90(3), 173–181. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.02.002>