

PSYCHOPHYSIOLOGICAL AFTERMATH OF IRRADIATION ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ

A.I. Nyagu, K.N. Loganovsky, K.L. Yuryev, L.L. Zdorenko

Scientific Centre for Radiation Medicine, Academy of Medical Sciences of Ukraine,
WHO Collaborating Centre for Radiation Accidents Management
53 Melnikov Street, Kyiv, 254050, Ukraine

А.И. Нягу, К.Н. Логановский, К.Л. Юрьев, Л.Л. Здоренко

Научный центр радиационной медицины АМН Украины,
Сотрудничающий центр ВОЗ по крупномасштабным авариям
254050, Украина, Киев, ул. Мельникова, 53

Abstract

The object of this study was psychophysiological characterisation of liquidators at the remote period of irradiation with assessment of the influence of exposure to ionising radiation, psychoemotional stress, physical disease and traditional risk factors. Seventy Chernobyl accident survivors, who had acute radiation sickness (ARS), 80 liquidators of 1986–1987 and the controls (15 healthy volunteers, 15 patients with cerebrovascular pathology, and 20 veterans with PTSD) were examined with clinical neuropsychiatric and psychometric methods, Brain Mapping of EEG and visual evoked potentials. Sensoric-algetic, autonomic, vestibular-ataxic and epileptic syndromes, mild pyramidal and extrapyramidal insufficiency are the neurological signs of encephalopathy at the remote period of irradiation. The apathetic-abulic endoformous brain organic syndrome prevails in liquidators irradiated at the doses 0.3–0.5 Gy and more while cerebrasthenic syndrome or cerebrasthenic and dysthymic variants of brain organic syndrome predominate at less 0.3 Gy. The EEG-patterns of irradiated patients distinguished significantly from the control groups. The EEG-patterns with interhemispheric asymmetry, particularly with lateralisation of abnormal activity towards the left brain hemisphere predominated. The characteristic EEG-pattern for the irradiated patients: a simultaneous increase of Δ - (1–4 Hz) and β - (>12–32 Hz)-power shifted to the left fronto-temporal region, a decrease of θ - (>4–7 Hz) and α - (>7–12 Hz)-power. The force of influence of the irradiation dose on the characteristic EEG-pattern is up 48%, the duration of work at the exclusion zone — up 22%, the age — up 25%, psychological stress influenced in an opposite way (up 21%), cerebrovascular pathology up 30%, comorbidity of physical diseases does not influence significantly. The characteristic psychophysiological pattern of the ARS-patients and liquidators of 1986–1987 should be considered as the deterministic effect of ionising radiation.

Keywords: computerised EEG, ionising radiation, Chernobyl accident, acute radiation sickness, liquidators, psychophysiology, neuropsychiatry, radiation deterministic effect.

INTRODUCTION

Ionising radiation influences central nervous system (CNS) functions and behaviour as a result of both direct effect on the nervous system and indirectly through CNS reactivity on the radiation damage of other systems (Kimeldorf D.J., Hunt E.L., 1965; Mickley G.A., 1987).

Total irradiation at significantly smaller doses of 0.01 Gy can irritate CNS, confirmed by registration of bioelectrical brain activity changes. These changes in CNS were primary relative to vascular and other disturbances provoked by exposure to ionising radiation (Livanov M.N., 1962). The changes of brain biopotentials were found directly at the time of irradiation with dose rate of 0.13 mGy•s⁻¹ which formed the total absorbed dose of 0.5 mGy only. The dose–effect relationship is described by a “S-shaped” curve (Grigoriev Yu.G., 1963). The direct activating effect of ionising radiation on endogenous (pacemaker) generation of

ВВЕДЕНИЕ

Ионизирующие излучения влияют на функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) и поведение в результате как прямого воздействия на нервную систему, так и косвенного, за счет реакции ЦНС на лучевое повреждение других систем организма (Kimeldorf D.J., Hunt E.L., 1965; Mickley G.A., 1987).

Общее облучение в дозах значительно меньше 0,01 Гр может действовать как раздражитель ЦНС, что подтверждалось регистрацией изменений биоэлектрической активности головного мозга. Эти изменения в ЦНС являлись первичными по отношению к сосудистым и другим нарушениям, вызываемым облучением (Ливанов М.Н., 1962). Суммарная доза, при которой обнаруживали изменения биопотенциалов мозга непосредственно во время облучения при мощности дозы 0,13 мГр•с⁻¹, составляла всего 0,5 мГр. Зависимость эффекта от величины дозы облучения описывается S-образной кривой (Григорьев Ю.Г., 1963). Установлено непосредственное активирующее влияние ионизирующего излучения в

nervous impulses in the hippocampus was registered at doses of 6–8 mGy (Peymer S.I. et al., 1985; Dudkin A.O., 1987).

Changes in electrical activity of the human brain are related to the absorbed dose of irradiation. They occur at thresholds of 0.3 to 1 Gy and can persist for the remote period after acute radiation sickness (ARS). Conventional and quantitative electroencephalography (EEG) can be used as a method for evaluation of the mean dose absorbed at the remote period of total irradiation (Dufour R., Court L., 1975; Court L., 1979; Gourmelon P., Court L., 1985).

Radiosensitivity of electrical brain activity is similar to radiosensitivity of experimental behavioural reactions. The hippocampus (paleocortex), as the “heart of limbic system”, is given increasing consideration for an explanation of the neurophysiological effects of irradiation (Davydov B.I., Ushakov I.B., 1987; Ushakov I.B. et al., 1998).

Behavioural disorders were observed following total irradiation at doses of 0.05–0.15 Gy (Miyachi Y., Yamada T., 1994) and 0.3 Gy (Kimeldorf D.J., Hunt E.L., 1965; Mickley G.A., 1987).

In spite of the fact that mature CNS is commonly considered to be extremely radioresistant, evidence is dramatically increasing in support of the exceptional radiosensitivity of the brain. Experimental studies of the monkey brains at the remote period of total irradiation at doses of 0.7–1.5 Gy revealed clear signs of brain organic damage according to SPET, PET and EEG brain mapping data (Zubovsky G.A. et al., 1991; Meshkov N.A. et al., 1993). Neuronal dystrophic and degenerative changes were observed at the cortex, especially in frontal, parietal and temporal lobes, hippocampus, nuclei caudatus and lentiformis (Kholodova N.B. et al., 1996).

Our studies of the medical aftermath of the Chernobyl accident also support the concept of CNS high radiosensitivity, taking into account the polyetiological character of neuropsychiatric disorders among survivors (Nyagu A.I. et al., 1991–1999; Loganovsky K.N., Nyagu A.I., 1995; Loganovsky K.N., 1991, 1999; Napreyenko A.K., Loganovsky K.N., 1992, 1995, 1997). Similar results were obtained by researchers from the Institute of Neurophysiology and Highest Nervous Activity of the Russian Academy of Sciences (Zhavoronkova L.A. et al., 1994, 1995). However, up to now a number of authors have called into question both CNS high radiosensitivity as a whole and the significance of ionising radiation effects for neuropsychiatric disorders and development of psychophysiological disturbances in the Chernobyl accident survivors, even among liquidators and those who had radiation sickness (Guskova A.K. et al., 1995, 1997; Alexandrovsky Yu.A., 1998).

дозах 6–8 мГр на эндогенный (пейсмеркерный) механизм генерации нервных импульсов в гиппокампе (Пеймер С.И. и соавт., 1985; Дудкин А.О., 1987).

Изменения электрической активности головного мозга человека зависят от величины дозы облучения с порогом эффекта 0,3–1 Гр и сохраняются в отдаленный период после перенесенной острой лучевой болезни (ОЛБ). При этом было сделано заключение о возможности использования параметров количественной электроэнцефалографии (ЭЭГ) в качестве биологической дозиметрии в отдаленный период после облучения (Dufour R., Court L., 1975; Court L., 1979; Gourmelon P., Court L., 1985).

Радиочувствительность биоэлектрической активности головного мозга сравнима с радиочувствительностью поведенческих реакций в эксперименте. Гиппокампу (палеокортексу) — “сердцу лимбической системы” — придают все большее значение в возникновении нейрофизиологических явлений после облучения (Давыдов Б.И., Ушаков И.Б., 1987; Ушаков Б.И. и соавт., 1998).

Поведенческие нарушения наблюдали после облучения в дозах 0,05–0,15 Гр (Miyachi Y., Yamada T., 1994) и 0,3 Гр (Kimeldorf D.J., Hunt E.L., 1965; Mickley G.A., 1987).

Несмотря на то, что ЦНС взрослых обычно рассматривается как радиорезистентная, все возрастающее количество данных свидетельствует о высокой радиочувствительности головного мозга. При экспериментальных исследованиях мозга по данным картирования метаболизма, регионального кровотока и электрогенеза облученных обезьян в дозах 0,7–1,5 Гр в отдаленный период выявили четкие признаки органического поражения мозга (Зубовский Г.А. и соавт., 1991; Мешков Н.А. и соавт., 1993). При гистологических исследованиях мозга этих обезьян обнаружили дистрофически-деструктивные изменения в нейронах коры, особенно лобной, теменной и височной долей, гиппокампа, хвостатого и чечевицеобразного ядер (Холодова Н.Б. и соавт., 1996).

Наши исследования медицинских последствий Чернобыльской катастрофы также подтверждают концепцию высокой радиочувствительности ЦНС с учетом полиэтиологичности нервно-психических расстройств у пострадавших (Нягу А.И. и соавт., 1991–1999; Loganovsky K.N., Нягу А.И., 1995; Loganovsky K.N., 1991, 1999; Напреенко А.К., Loganovsky K.N., 1992, 1995, 1997). Аналогичные результаты получены исследователями Института нейрофизиологии и высшей нервной деятельности РАН (Жаворонкова Л.А. и соавт., 1994, 1995). Однако до сих пор ряд авторов подвергают сомнению как высокую радиочувствительность ЦНС в целом, так и значение эффектов ионизирующих излучений в развитии нервно-психических расстройств и психофизиологических отклонений у пострадавших вследствие Чернобыльской аварии, включая ликвидаторов и лиц, перенесших ОЛБ (Гуськова А.К. и соавт., 1995, 1997; Александровский Ю.А., 1998).

The object of this study was psychophysiological characterisation of liquidators (including persons who had ARS) at the remote period of irradiation with assessment of the influence of exposure to ionising radiation, psychoemotional stress, physical disease and traditional risk factors.

SUBJECTS AND METHODS

Group I — 70 men diagnosed in 1986 with ARS. Their age at the time of exposure was 24–62 years (average age ($M \pm m$) 35.1 ± 1.7 years). Retrospective clinical and karyological analysis allowed verification of the diagnosis. The typical bone marrow form of ARS has been revealed in 50 patients. Accordingly this group was divided into three subgroups: ARS-0 — 20 patients with no confirmed ARS (average absorbed dose of relatively even γ - and β -irradiation 0.58 ± 0.17 Gy; ARS-1 — 30 patients with ARS of the 1st severity degree (1.45 ± 0.3 Gy); ARS-2 — 20 patients with ARS of the 2nd and 3rd severity degree (3.4 ± 0.4 Gy) (table 1). All patients were treated in the Department of Radiation Pathology at the Institute of Clinical Radiology, Scientific Centre for Radiation Medicine (SCRM) of the Academy of Medical Sciences (AMS) of Ukraine.

Group II — 80 men — the liquidators of 1986–1987. The onset of neuropsychiatric disorders among them occurred after the Chernobyl accident. Dosimetric maintenance of the study was based on official data about individual doses reconstructed by the Department of Dosimetry, SCRM of AMS of Ukraine, dosimetric institutions of the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) and the Chernobyl exclusion zone. The absorbed dose range was 0.05–1.65 Gy. ARS has been diagnosed for none of these liquidators. 35 patients were irradiated by doses below 0.5 Gy, 45 — more than 0.5 Gy.

The examined liquidators of 1986–1987 were divided into two subgroups according to the character of exposure to ionising radiation: *subgroup IIIA* — the liquidators of 1986–1987 who had been working for a short time period (less than 3 months) in the Chernobyl exclusion zone ($n=37$) and *subgroup IIIB* — the liquidators of 1986–1987 who had been working for a long time period (3–5 and more years) or still working at the exclusion zone ($n=43$) (table 1).

Control group A — 15 practically healthy men; *control group B* — 15 patients with dyscirculatory encephalopathy (DEP) as a result of arterial hypertension or/and cerebral atherosclerosis; *control group C* — 20 veterans of the Afghanistan war with post-traumatic stress disorders (PTSD). These persons were not Chernobyl accident survivors. They had been only exposed to natural background ionising radiation. There were no significant differences in either age or gender between the main and control groups (table 1).

Целью настоящего исследования явилась психофизиологическая характеристика ликвидаторов (включая лиц, перенесших ОЛБ) в отдаленный период после облучения с учетом оценки роли фактора воздействия ионизирующих излучений, психоэмоционального стресса, соматических заболеваний и традиционных факторов риска.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Группа I — 70 пациентов (мужчины), у которых в 1986 г. была диагностирована ОЛБ. Возраст обследованных на момент облучения — от 24 до 62 лет, в среднем ($M \pm m$) — $35,1 \pm 1,7$ года. Ретроспективные клинический и кариологический анализы позволили уточнить степень тяжести ОЛБ и показали, что типичная костномозговая форма ОЛБ была у 50 обследованных. На этом основании в структуре группы I были выделены три подгруппы: ОЛБ-0 — 20 пациентов, у которых диагноз ОЛБ не подтвердился (средняя доза общего относительно равномерного γ - и β -облучения $0,58 \pm 0,17$ Гр); ОЛБ-1 — 30 пациентов, которые перенесли ОЛБ I степени тяжести ($1,45 \pm 0,3$ Гр); ОЛБ-2 — 20 пациентов, которые перенесли ОЛБ II и III степени тяжести ($3,4 \pm 0,4$ Гр) (таблица 1). Всех обследованных этой группы лечили в отделении лучевой патологии Института клинической радиологии Научного центра радиационной медицины (НЦРМ) АМН Украины.

Группа II — 80 пациентов (мужчины) — ликвидаторов 1986–1987 гг., у которых дебют нервно-психических расстройств отмечен после Чернобыльской катастрофы. Дозиметрическое сопровождение исследований основано на официальных данных относительно индивидуальных дозовых нагрузок, восстановленных в отделе дозиметрии НЦРМ АМН Украины, дозиметрическими службами Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) и зоны отчуждения. Дозы облучения составили от 0,05 до 1,65 Гр, ОЛБ не была диагностирована ни у одного обследованного. Величины доз облучения менее 0,5 Гр имели 35 обследованных, более 0,5 Гр — 45.

Ликвидаторы 1986–1987 гг. были распределены на две подгруппы в зависимости от характера воздействия ионизирующих излучений: *подгруппа IIIA* — ликвидаторы 1986–1987 гг., которые кратковременно (до 3 мес) работали в Чернобыльской зоне отчуждения ($n=37$) и *подгруппа IIIB* — ликвидаторы 1986–1987 гг., которые долговременно (3–5 лет и более) работали или продолжают работать в зоне отчуждения ($n=43$) (см. таблицу 1).

Контрольная группа A — 15 практически здоровых лиц; *контрольная группа B* — 15 больных с дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭП) на почве гипертонической болезни и (или) церебрального атеросклероза; *контрольная группа C* — 20 ветеранов войны в Афганистане с последствиями посттравматических стрессовых расстройств (PTSD). Эти обследованные не были пострадавшими вследствие Чернобыльской катастрофы. Они облучались на уровне естественного фона радиоактивности. Достоверных различий по возрасту и полу между основными и контрольными группами не было (см. таблицу 1).

TABLE 1

CHARACTERISATION OF THE EXAMINED PERSONS

ТАБЛИЦА 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ЛИЦ

Group	n	Age at the time of examination, years M±m	Dose, Gy, M±m
Group I (ARS)	70	47.2±1.2	1.78±0.2
ARS-0	20	45.4±2.5	0.58±0.17
ARS-1	30	47.0±2.2	1.45±0.3
ARS-2	20	55.2±7.5	3.4±0.4
Group II (liquidators of 1986–1987)	80	47.3±0.97	0.54±0.05
subgroup IIA (liquidators who had been working in the zone in 1986–1987 for a short time period (less than 3 months))	37	46.0±1.13	0.57±0.06
subgroup IIB (liquidators who had been working in the zone in 1986–1987 for a long time period (3–5 and more years))	43	50±1.77	0.47±0.05
Control group A (healthy)	15	44.1±3.86	—
Control group B (patients with dyscirculatory encephalopathy)	15	53.1±2.98	—
Control group C (veterans with PTSD)	20	43.4±1.83	—

The elaborated unified methodology for neuropsychiatric assessment was used for the patients' examination. The clinical neurological examination was classically carried out. Psychiatric examination was performed on the basis of typical psychiatric interview and use of scales, pathopsychological and psychometric tests as follows:

— Brief Psychiatric Rating Scale, BPRS (Overall J.E., Gorham D.R., 1962);

— Scale for the Assessment of Negative Symptoms, SANS (WHO Coordinated multi-center study on the course and outcome of schizophrenia, 2/93 ©Andreasen N.C., 1984);

— Screening Schedule, WHO 5368.1 MNH (11/78) (WHO Collaborative study on determinants of outcome of severe mental disorders, 1978);

— PTSD Scales: Impact of Events Scale (IES) (©Horowitz M.J. et al., 1979) and Arousal Scale of PTSD (IDA) (©Snaith et al., 1978);

— Unmasking Depression. Self-rating Depression Scale (SDS) (©Zung W.W.K., 1974);

— General Health Questionnaire, GHQ-28;

— Adapted and validated MMPI version;

— Working capacity diagnostic method (test of E. Landolt);

— Wechsler Adults Intelligence Scale (WAIS)

Computerised EEG (cEEG) with brain mapping of the main ranges of brain electrical activity spectral power was carried out with the 19-channel bio-potentials analyser "Brain Surveyor", Saico (Italy) and the 19-channel analyser DX-4000 (Kharkov, Ukraine). Epochs used in the analysis were 60 seconds. Computer technologies are used for precision objective and quantitative appraisal of the EEG-parameters, which cannot be performed by

Обследование пациентов проводили при помощи разработанной унифицированной оценки нейропсихиатрического статуса. Неврологическое обследование выполняли по классическим схемам. Психиатрическое — на основе типичного психиатрического интервью с использованием следующих шкал, патофизиологических и психометрических тестов:

— краткая психиатрическая оценочная шкала, BPRS (Overall J.E., Gorham D.R., 1962);

— шкала оценки негативной симптоматики, SANS (Многоцентровое исследование, координируемое ВОЗ, по изучению течения и исходов шизофрении, 2/93 ©Andreasen N.C., 1984);

— карта психиатрического скрининга WHO 5368.1 MNH (11/78) (Совместное с ВОЗ исследование определяющих факторов исходов тяжелых психических расстройств, 1978);

— шкалы оценки PTSD: шкала воспоминаний о событиях (IES) (©Horowitz M.J. et al., 1979) и шкала возбуждения в связи с PTSD (IDA) (©Snaith et al., 1978);

— немаскированная депрессия — шкала самооценки депрессии, SDS (©Zung W.W.K., 1974);

— опросник общего здоровья GHQ-28;

— адаптированный и ревалидизированный вариант ММПИ;

— методика диагностики работоспособности (тест Е. Ландольта);

— тест на интеллект Д. Векслера (WAIS).

Компьютерную ЭЭГ (кЭЭГ) с топографическим картированием спектральной мощности основных диапазонов электрической активности головного мозга проводили при помощи 19-канального анализатора биопотенциалов мозга "Brain Surveyor", Saico (Италия), и 19-канального анализатора DX-4000 (Харьков, Украина). Эпоха анализа составляла 60 с. Компьютерную технику используют для точной объективной количественной оценки параметров ЭЭГ, которую невозмож-

visual evaluation or can be performed approximately only.

Checkerboard reversible pattern visual evoked potentials (VEP) with topographic mapping of their main components were registered binocularly on 50 chess-pattern reversals with frequency 1 Hz with the 19-channel biopotentials analyser "Brain Surveyor", Saico (Italy) and the 19-channel analyser DX-4000 (Kharkov, Ukraine). Amplitudes, latencies and their topographic distribution of the VEP main components were estimated.

Psychophysiological investigations were carried out at the Department of Neurology, Institute for Clinical Radiology, SCRM AMS of Ukraine in the first half of the day during the passive awake state of a patient. The patients were nonmedicated for 3 and more days. Brain electric activity was monopolarly registered with linked ears reference. Nineteen scalp electrodes were placed according to the "10–20" International System.

Electronic tables Excel (MS Windows) were used as a database structure for accumulation, saving and analysis of information. Statistic analysis was performed with parametric and nonparametric methods in the electronic tables Excel and statistical programme package STATISTICA 4.3B for Windows.

The statistical analysis was carried out hierarchically according to the degree of complexity of the task to be solved. Clinical and psychophysiological data were analysed with descriptive statistics: ranking and analysis of variance, relative frequencies and histograms, means and standard deviations from grouped data, standard error of the mean.

The deflection factor was used for detection of the degree and direction of the psychophysiological parameter deviation from the norm. It was calculated according to the formula as follows:

$$Df = (A_I - A_K) \cdot 100\% \div A_K \quad (1)$$

where Df — the deflection factor, A_I — the value of the index to be studied, A_K — the mean normal value of this index. The deflection factor is positive if the parameter was increased in a patient comparatively to the norm, and it is negative when the parameter was decreased (Badalyan L.O., Skvortzov I.A., 1986).

The clinical and physiological differences between the groups were estimated with parametric and nonparametric methods: the Chi-square test (criterion χ^2), relative risk, standardised deviation z . The neurophysiological correlates of clinical and psychophysiological indices were studied with correlative and regressive analyses. The degree of influence upon the CNS of the Chernobyl accident aftermath

но провести при визуальном анализе или осуществляется лишь приблизительно.

Регистрацию зрительных вызванных потенциалов на обращение шахматного паттерна (ЗВПШП) с картированием основных компонентов проводили бинокулярно на 50 обращений шахматного паттерна с частотой обращения 1 Гц при помощи 19-канального анализатора "Brain Surveyor", Saico (Италия), и 19-канального анализатора DX-4000 (Харьков, Украина). Оценивали величины амплитуды и латентных периодов (ЛП) основных компонентов ЗВПШП и их топографическое распределение.

Психофизиологические исследования проводили в отделе неврологии Института клинической радиологии НЦРМ АМН Украины в первой половине дня в состоянии пассивного бодрствования пациента на фоне отмены нейро- и психотропных препаратов на протяжении не менее 3 дней. Электрическая активность головного мозга отводилась монополярно с референтными электродами на мочках ушей. Скальповые электроды размещали по международной системе "10–20".

Электронные таблицы Excel (MS Windows) были использованы в качестве структуры баз данных для накопления, хранения и анализа информации. Статистический анализ проведен на основании параметрических и непараметрических критериев в электронных таблицах Excel и статистическом пакете STATISTICA 4.3B for Windows.

Статистический анализ проводили в иерархической последовательности по степени сложности решаемой задачи. Для клинико-психофизиологической характеристики групп использовали методы дескриптивной статистики: ранжирование и анализ вариационных рядов, относительные частоты и гистограммы, средние арифметические в группах, средние квадратические отклонения, средние ошибки средних арифметических.

Для определения степени и направленности отклонений психофизиологических параметров от нормы вычисляли коэффициенты отклонений по формуле:

$$K_{откл} = (A_I - A_K) \cdot 100\% \div A_K \quad (1)$$

где $K_{откл}$ — коэффициент отклонения от нормы, A_I — величина исследуемого показателя, A_K — средняя величина этого показателя в норме. Коэффициент отклонения положительный, если параметр повышен по сравнению с нормой, и отрицательный, — если показатель снижен (Бадалян Л.О., Скворцов И.А., 1986).

Для выявления клинико-физиологических различий между группами использовали параметрические и непараметрические критерии: критерий χ^2 , относительные риски, нормированное отклонение z . Нейрофизиологические параллели клинических и патопсихологических показателей изучали методами корреляционного и регрессионного анализа; влияние комплекса факторов последствий Чернобыльской ка-

factors complex (dose of irradiation, duration of the work at the zone, physical diseases comorbidity, age, traditional risk factors etc.) was estimated with correlative, regressive and dispersive (factorial) analyses (Montgomery D.C., 1976; Kirk R.E., 1982; Kuzma J.W., 1984; Kuzma J.W., 1984; Mintzer O.P. et al., 1991; Daniel W.W., 1995).

RESULTS

Neurological Characterisation

The frequency of the main subjective symptoms in the liquidators of groups I and II are shown in table 2.

Frequency and character of subjective symptoms in the patients of both groups were similar. Almost all patients complain of recurrent or persistent headaches, limb pain and odd skin sensations, fatigue, vertigo, memory and working capacity deterioration, irritability.

The objective neurological symptoms are shown in table 3.

According to the neurological examination severe focal symptoms were absent. At the same time microfocal abnormalities such as convergence weak-

тастрофы (доза облучения, продолжительность работ в зоне отчуждения, сопутствующая соматическая патология, возраст, традиционные факторы риска и др.) на ЦНС — корреляционного, регрессионного и дисперсионного (факторного) анализа (Montgomery D.C., 1976; Kirk R.E., 1982; Kuzma J.W., 1984; Kuzma J.W., 1984; Минцер О.П. и соавт., 1991; Daniel W.W., 1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Неврологическая характеристика

Частота основных субъективных симптомов у ликвидаторов групп I и II представлена в таблице 2.

Субъективные симптомы у обследованных обеих групп существенно не отличались. Больные жаловались на постоянную или периодически возникающую головную боль, боль и неприятные ощущения в конечностях, усталость, головокружение, снижение памяти и работоспособности, раздражительность.

Неврологические симптомы представлены в таблице 3.

В неврологическом статусе при отсутствии грубой очаговой симптоматики наблюдали микроочаговую патологию — слабость конвергенции, незначительно вы-

SUBJECTIVE SYMPTOMS IN THE ARS-PATIENTS (GROUP I) AND THE LIQUIDATORS OF 1986–1987 (GROUP II)

TABLE 2

СУБЪЕКТИВНЫЕ СИМПТОМЫ У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ ОЛБ (ГРУППА I), И ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг. (ГРУППА II)

ТАБЛИЦА 2

Subjective symptom	Group I (n=70)	χ^2	P	Group II (n=80)
Headache	58(83%)	-0.33	>0.05	69(86%)
Memory deterioration	54(77%)	0.02	>0.05	61(76%)
Limb pain	52(74%)	0.56	>0.05	55(69%)
Fatigue	46(69%)	0.005	>0.05	53(66%)
Limb sweating	41(58%)	-0.42	>0.05	51(64%)
General weakness	40(57%)	0.07	>0.05	44(55%)
Vertigo	37(53%)	0.04	>0.05	41(51%)
Coordination disorders	35(50%)	0.21	>0.05	37(46%)
Odd skin sensations	33(47%)	0.17	>0.05	35(44%)
Irritability	29(41%)	-0.08	>0.05	35(44%)
Depressive mood	22(31%)	-0.06	>0.05	26(32%)
Sleepy	22(31%)	0.04	>0.05	24(30%)

NEUROLOGICAL SYMPTOMS IN THE ARS-PATIENTS (GROUP I) AND THE LIQUIDATORS OF 1986–1987 (GROUP II)

TABLE 3

НЕВРОЛОГИЧЕСКАЯ СИМПТОМАТИКА У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ ОЛБ (ГРУППА I), И ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг. (ГРУППА II)

ТАБЛИЦА 3

Neurological symptom	Group I (n=70)	χ^2	P	Group II (n=80)
Acuity of vision deterioration	29(41%)	1.28	>0.05	26(32%)
Convergence weakness	34(49%)	2.84	>0.05	28(35%)
Nystagmus	17(24%)	-0.20	>0.05	22(27%)
Hearing deterioration	24(34%)	0.16	>0.05	25(31%)
Vestibular disorders	44(63%)	1.64	>0.05	42(60%)
Pyramidal signs	25(36%)	2.04	>0.05	20(25%)
Extrapyramidal signs	22(31%)	0.49	>0.05	21(26%)
Sensory disorders	42(60%)	1.16	>0.05	41(51%)
Coordination disorders	35(50%)	0.21	>0.05	37(46%)
Paroxysmal states	46(66%)	5.03	<0.025	38(47%)
Sensoric-algetic disorders	65(93%)	2.29	>0.05	68(85%)
Autonomic disorders	67(96%)	1.79	>0.05	72(90%)
Diffusive microfocal neurological signs	45(64%)	6.33	<0.025	35(44%)
Blood pressure increase	22(31%)	0.02	>0.05	26(32%)

ness, mild face muscle asymmetry, vestibular dysfunction, delicate pyramidal and extrapyramidal insufficiency, signs of oral automatism (subcortical signs), mild asymmetry of the tendal and periosteal reflexes, and coordination disorders were revealed. The frequency of diffuse microfocal neurological signs was significantly higher in the ARS-patients.

Paroxysmal states were characteristic for the majority of the survivors, particularly for the ARS-patients ($P < 0.025$). The overwhelming majority of these paroxysmal states are autonomic-vascular paroxysms or Penfield's "diencephalic autonomic epilepsy" with paroxysmal activity focus at the hypothalamus. However, an increase of frequency of epileptic syndromes with complex partial seizures was also observed.

Sensoric-algetic and autonomic disorders were diagnosed in almost the all patients. There is a tendency towards an increase of both frequency and severity of these symptoms in the ARS-patients (table 3).

The onset of neuropsychiatric disorders in the liquidators of 1986–1987 as well as in the majority of the ARS-patients was as dysautonomia (autonomic-vascular dysfunction), which quickly (within 2–5 years) developed towards encephalopathy. Acute radiation and radiation dyscirculatory encephalopathy were diagnosed in patients who had ARS of the grave severity degree (more than 4 Gy) (Torubarov F.S. et al., 1989).

Consequently, the sensoric-algetic, autonomic, vestibular-ataxic and epileptic syndromes together with mild pyramidal and extrapyramidal insufficiency are the neurological signs of organic brain damage (encephalopathy) at the remote period of irradiation. Frequency of these symptoms increased following irradiation by 0.5 Gy and more. It should be noted that there is a direct correlation between the frequency and severity of encephalopathy and the ARS severity degree. Moreover, in a number of cases there was no correlation between the encephalopathy severity and the degree of cardio-vascular system damage, lipid metabolism, blood pressure. It testifies to the peculiarities of the encephalopathy in overirradiated persons when atherosclerosis or arterial hypertension was absent.

Psychiatric and pathopsychological characterisation

A predominance of spontaneous sensoric phenomena such as pain of different localisation and paresthesia was characteristic for the perception disorders among almost the all ARS-patients and liquidators of 1986–1987. These sensations were distressing and bizarre. It was difficult for patients to describe them. Quite often abnormal sensations were accompanied by hyperbolic interpretation, affectation, fixed or

раженная асимметрия мышц лица, вестибулярная дисфункция, "ажурная" пирамидная и экстрапирамидная недостаточность, симптомы орального автоматизма, незначительно выраженная асимметрия сухожильных и периостальных рефлексов, нарушения координации. Диффузную микроочаговую симптоматику достоверно чаще наблюдали у лиц, перенесших ОЛБ.

Пароксизмальные состояния были характерны для большинства пострадавших, особенно для тех, кто перенес ОЛБ ($p < 0,025$). Большинство этих пароксизмальных состояний является вегетососудистыми кризами или проявлениями "диэнцефальной автономной эпилепсии" по Penfield, когда очаг пароксизмальной активности находится в гипоталамусе. Однако также отмечено увеличение частоты эпилептиформных синдромов по типу сложных парциальных приступов.

Практически у всех пострадавших наблюдали сенсорно-алгические и вегетотрофоваскулярные нарушения, которые имели тенденцию к увеличению частоты встречаемости и степени выраженности у лиц, которые перенесли ОЛБ (см. таблицу 3).

Дебют нервно-психических расстройств у ликвидаторов 1986–1987 гг. и у большинства лиц, которые перенесли ОЛБ, произошел в форме вегетососудистой дистонии, которая быстро, на протяжении 2–5 лет развилась в энцефалопатию. У больных, перенесших ОЛБ тяжелой степени (более 4 Гр), в 1986 г. диагностировали острую радиационную или радиационно-токсическую энцефалопатию (Торубаров Ф.С. и соавт., 1989).

Следовательно, в отдаленный период после облучения выявлены неврологические признаки органического поражения головного мозга (энцефалопатии) в виде сенсорно-алгического, вегетотрофоваскулярного, вестибулоатактического, эпилептиформного синдромов и мягкой пирамидно-экстрапирамидной недостаточности. При облучении в дозах более 0,5 Гр частота этих синдромов возрастает. Необходимо отметить наличие прямой зависимости частоты и степени выраженности энцефалопатии от степени тяжести перенесенной ОЛБ, а также отсутствие в ряде случаев зависимости степени выраженности энцефалопатии от степени поражения сердечно-сосудистой системы, обмена липидов, уровня артериального давления. Это отражает особенности энцефалопатии у лиц, облученных в больших дозах, но без атеросклероза или артериальной гипертензии.

Психиатрическая и патопсихологическая характеристика

Практически у всех обследованных лиц, которые перенесли ОЛБ, и ликвидаторов 1986–1987 гг., расстройства восприятия характеризовались преобладанием спонтанных сенсорных феноменов в виде боли различной локализации и парестезий. Причем эти ощущения были тягостными, мучительными и извращенными; пациентам было трудно их описать. Патологические ощущения нередко сопровождалась гиперболической трактовкой, выраженной эмоциональной охваченностью, возникно-

overvalue hypochondriac ideas. Paroxysmal psychosensoric disorders were also frequently observed. Elementary acoustic hallucinations were observed in some patients.

A reduction of remembering, saving and reproduction of new information was characteristic for memory deterioration. Sometimes fallout of long ago obtained knowledge and everyday skills were also observed. Acoustic-speech memory was particularly often disordered. A reduction of attention stability, switching and concentration was revealed. As a whole, mental capacity to work was reduced according to the criteria of efficiency, endurance, accuracy and reliability, moreover mainly to the account of weak quantitative and qualitative results of work. Intelligence quotient (IQ) distinguished with lower values of verbal IQ (81.2 ± 3.4), than non-verbal IQ (93.1 ± 5.3).

The cognitive disorders included a worsening of planning, long-term goal formation, ability to mobilise a facility of the personality for these goals achievement, possibility to foresee obvious consequences in the future, ability to develop and realise alternative problem-solving strategies, as well as simultaneous execution of several tasks. Besides, suspicious or paranoid thinking and/or overweening worry about abstract problems (Eastern religions, “recovery systems” and “correct life-way”, “fairness and unfairness”), circumstantiality and viscosity of thinking and speech were observed.

The affective disorders included mainly affect flattening, up to apathy sometimes, with a narrowing of circle of interests and contacts with environment, social withdrawal and autism. Depressive disorders were mainly observed in combination with languor, adynamia, hypobulia, lack of initiative. Anxiety-depressive disorders, feelings of despair and an impossibility to influence or change the future were also revealed. Obsessive-phobic and dysphoric states were diagnosed comparatively less often.

Mental state of the ARS-patients and liquidators of 1986–1987 was greatly distinguished from the control groups. Somatic concern, blunted or inappropriate affect, emotional withdrawal, as well as suspiciousness and unusual thought content dominated in the irradiated patients according to the BPRS (table 4). Thereby, at the remote period after irradiation the negative psychopathological symptoms are of particular importance.

Negative psychopathological symptoms were studied with the SANS (table 5). The majority of the negative symptoms included unchanging facial expressions, paucity of expressive gestures, poor eye contact, affective nonresponsiveness, lack of vocal

вением навязчивых и сверхценных идей ипохондрического содержания. Нередко наблюдали пароксизмальные психосенсорные расстройства. У некоторых больных выявляли элементарные слуховые галлюцинации.

Для расстройств памяти было типичным снижение запоминания, сохранения и воспроизведения новой информации, хотя иногда прослеживали и выпадения давно приобретенных знаний и повседневных навыков. Особенно часто страдала слухо-речевая память. Наблюдали снижение стойкости, переключаемости и концентрации внимания. Умственная работоспособность была снижена по критериям продуктивности, выносливости, точности и надежности, причем преимущественно за счет слабых количественных и качественных результатов работы. Показатели интеллектуального коэффициента (IQ) отличались более низкими значениями вербального интеллекта ($81,2 \pm 3,4$), чем невербального ($93,1 \pm 5,3$).

Когнитивные нарушения проявлялись ухудшением планирования, формирования долгосрочных целей, способности мобилизовать ресурсы личности для достижения этих целей, возможности предвидения очевидных последствий в будущем, способности к разработке и реализации альтернативных проблемно-решающих стратегий, а также одновременного выполнения нескольких задач. Кроме того, наблюдали подозрительное или параноидное мышление и/или чрезмерную озабоченность абстрактной проблемой (восточные религии, системы оздоровления и “правильного способа жизни”, “справедливость и несправедливость”). Выявляли обстоятельность и вязкость мышления и речи.

Аффективные расстройства заключались преимущественно в уплощении аффекта, иногда вплоть до апатии с сужением круга интересов и контактов с окружающими, социальной отчужденностью и аутизацией. Отмечали депрессивные расстройства, преимущественно в сочетании с вялостью, адинамией, гипобулией, безынициативностью; тревожно-депрессивные расстройства, чувство безысходности и невозможности повлиять или изменить будущее. Обсессивно-фобические и дисфорические состояния у обследованных наблюдали относительно реже.

Психическое состояние лиц, перенесших ОЛБ, и ликвидаторов 1986–1987 гг. существенно отличается от контрольных групп. По данным BPRS у облученных преобладают такие симптомы как соматическая озабоченность, притушенный или неадекватный аффект, эмоциональное отчуждение, а также подозрительность и необычное содержание мышления (таблица 4). Таким образом, в отдаленный период после облучения особое значение имеет негативная (“дефицитарная”) психопатологическая симптоматика.

Негативная психопатологическая симптоматика была изучена при помощи SANS (таблица 5). Большинство негативных симптомов заключалось в гипомимии, малочисленности выразительных жестов, бедном контакте глазами, аффективной неотзывчивости, недостаточно-

TABLE 4

INDICES OF THE BRIEF PSYCHIATRIC RATING SCALE (BPRS) IN THE MAIN AND CONTROL GROUPS

ТАБЛИЦА 4

ПОКАЗАТЕЛИ КРАТКОЙ ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНОЧНОЙ ШКАЛЫ (BPRS) В ОСНОВНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ ГРУППАХ

Index	Group I (n=70)	Group II (n=80)	Group A (n=15)	Group B (n=15)	Group C (n=20)
Somatic concern	4.2±0.2**	4.1±0.2**	1.8±0.1	3.8±0.4*	3.3±0.3*
Anxiety	2.4±0.1*	3±0.2*	1.1±0.1	3.3±0.2*	4.1±0.3**
Emotional withdrawal	3.5±0.2**	2.2±0.2**	0.5±0.1	1.3±0.1*	1.9±0.3*
Conceptual disorganisation	0.7±0.1	0.6±0.2	0	0.5±0.2	0.5±0.1
Guilt feelings	1.7±0.2*	1.3±0.2*	0	0.7±0.2	2.5±0.2**
Tension	1.1±0.2	1.6±0.3*	0	1.7±0.1*	2.8±0.3**
Mannerisms and posturing	0.5±0.1	0.4±0.1	0	0.5±0.2	0.8±0.1
Grandiosity	0	0.2±0.1	0	0	0
Depressive mood	2.5±0.2*	3.6±0.2**	1.2±0.2	3.1±0.3**	3.8±0.4**
Hostility	0.4±0.1	0.5±0.2	0	0	1.8±0.2*
Suspiciousness	3±0.2**	2.1±0.2*	0.3±0.1	1.9±0.2*	1.1±0.2
Hallucinatory behaviour	0.3±0.1	0.2±0.1	0	0	0
Motor retardation	2.1±0.1*	1.9±0.2*	0	1.9±0.2*	0
Uncooperativeness	1.5±0.1*	2.4±0.2*	0	0	2.1±0.1*
Unusual thought contents	2.9±0.2**	2.1±0.2*	0.5±0.1	1.3±0.2	1.5±0.2
Blunted or inappropriate affect	3.6±0.2*	2.2±0.2*	0	1.1±0.2*	0.6±0.1
Sum 1–16	30.4±0.4**	28.4±0.5**	5.4±0.2	21.1±0.4**	26.8±0.5**

Note. * — probability $P < 0.05$ relatively to the control group A; ** — probability $P < 0.01$ relatively to the control group A.

Примечание. * — вероятность различий по сравнению с контрольной группой A ($p < 0,05$); ** — вероятность различий по сравнению с контрольной группой A ($p < 0,01$).

TABLE 5

INDICES OF THE SCALE FOR THE ASSESSMENT OF NEGATIVE SYMPTOMS (SANS) IN THE MAIN AND CONTROL GROUPS

ТАБЛИЦА 5

ПОКАЗАТЕЛИ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ НЕГАТИВНОЙ СИМПТОМАТИКИ (SANS) В ОСНОВНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ ГРУППАХ

Index	Group I (n=70)	Group II (n=80)	Group A (n=15)	Group B (n=15)	Group C (n=20)
Affective flattening or blunting	2.4±0.1**	2.1±0.2**	0	0.4±0.1	0.7±0.1
Alogia	2.2±0.1**	1.9±0.2*	0	1.3±0.3*	0.4±0.1
Avolition—apathy	2.6±0.1**	2.5±0.2**	0	0.9±0.1*	0.6±0.1*
Anhedonia—asociality	2.7±0.1**	2.6±0.2**	0	0.5±0.2	1.5±0.2*
Attention	2.7±0.2**	2.3±0.2**	0	2.1±0.2**	0.5±0.2

Note. * — probability $P < 0.05$ relatively to the control group A; ** — probability $P < 0.01$ relatively to the control group A.

Примечание. * — вероятность различий по сравнению с контрольной группой A ($p < 0,05$); ** — вероятность различий по сравнению с контрольной группой A ($p < 0,01$).

inflection, poverty of content of speech, increased latency of response, physical anergia, a reduction of recreational interest and activities, a reduction of sexual interest and activity, tendency to be alone, social withdrawal.

The majority (62%) of the examined irradiated patients had increased risk of development of severe mental disorders according to the Screening Schedule. The results of this schedule also confirmed a prevalence ($P < 0.01$) of the negative symptoms compared with positive.

The PTSD study with related scales has shown that all examined survivors were exposed to psychoemotional stress concerning the Chernobyl disaster: average score on the Impact of Events Scale (IES) in group I — 28.4±5.6 and in group II — 34.6±6.7. Memory of the disaster and associated arousal take the leading place in psychopathology of 8(11%) ARS-patients and 22(27%) liquidators of 1986–1987. It concerns predominantly those who had not been prepared for emergency and took part in the accident consequences cleaning up works involun-

сти модуляций голоса, бедности содержания речи, увеличения латентности ответов, физической анергии, снижении развлекательных интересов и активности, уменьшении сексуальной активности, тенденции к нахождению в одиночестве, социальной отчужденности.

При помощи карты психиатрического скрининга у большинства (62%) облученных определили повышенный риск развития тяжелых психических расстройств. Результаты исследований при помощи этой карты также подтвердили преобладание ($p < 0,01$) негативной симптоматики над продуктивной.

Изучение PTSD при помощи соответствующих шкал показало, что обследованные пострадавшие пережили выраженный психоэмоциональный стресс в связи с Чернобыльской катастрофой: средний балл по шкале воспоминаний о событии в группе I — 28,4±5,6, в группе II — 34,6±6,7. Однако, эти воспоминания и возбуждение в связи с ними занимают ведущее место в психопатологии лишь у 8(11%) лиц, перенесших ОЛБ, и у 22(27%) ликвидаторов 1986–1987 гг., преимущественно у не подготовленных к работе в экстремальных условиях и принудительно принимавших участие в ликвидации по-

tarily. Among other patients PTSD had no dominant clinical value.

According to the Unmasking Depression Self-rating Depression Scale (SDS) minimal to mild and moderate to marked depression were revealed in 41 (58%) ARS-patients and in 45 (56%) liquidators of 1986–1987, severe to extreme depression in 7 (10%) and 17 (21%) patients correspondingly. Moreover, according to the General Health Questionnaire GHQ-28 all examined survivors self-estimated their mental and physical health as significantly worse than usual.

The characteristic “floating” abnormal averaged MMPI-profile with simultaneous raising of both “neurotic” and “psychotic” scales was revealed in the patients of groups I and II. The MMPI-profiles of the irradiated persons differ significantly from the profiles in the control groups (figures 1 and 2). The patients of groups I and II were distinguished by strongly pronounced stress and personality disadaptation associated with the signs of disintegration of the intellectual and emotional spheres. There is the psychosomatic predisposition — hypochondriac and depressive symptoms were associated with inert thought, dogmatism as well as caution and even hostility in interpersonal contacts. Chronic feelings of mental discomfort and diffidence, a reduction of general productivity, inferiority complexes were complicated with apathetic signs and somatic concern.

Thus, the MMPI-profile of the irradiated persons testifies to the asthenic type of reactions together with depressive experience complicated with hypochondriac and paranoiac symptoms. Moreover, a

следствий аварии. В остальных случаях PTSD не имели доминирующего клинического значения.

Проявления депрессии (по данным шкалы самооценки депрессии Zung) легкой и умеренной степени выявлены у 41 (58%) пациента, перенесшего ОЛБ, и у 45 (56%) ликвидаторов 1986–1987 гг., выраженные — у 7 (10%) и 17 (21%) больных соответственно. На основании анализа результатов опросника общего здоровья GHQ-28 установлено, что все пострадавшие оценивают состояние своего психического и соматического здоровья значительно хуже обычного.

Патопсихологические исследования по ММПИ у пациентов групп I и II выявили характерный “плавающий” патологический профиль личности с подъемом как по “невротическим”, так и по “психотическим” шкалам. При этом профили ММПИ пациентов этих групп существенно отличались от таковых контрольных групп (рисунки 1 и 2). У пациентов групп I и II наблюдается выраженный стресс и дезадаптация личности с признаками дезинтеграции интеллектуальной и эмоциональной сфер. Присутствует психосоматическая предрасположенность: сенестопихондрическая и депрессивная симптоматика сочетается с инертностью мышления, догматизмом, а также осторожностью и даже враждебностью в межличностных контактах. Хронически существующее ощущение душевного дискомфорта и неуверенности, снижение общей продуктивности, комплекс неполноценности осложняется проявлениями апатии и сосредоточенностью на своеобразных соматических жалобах.

Профиль личности по ММПИ у облученных характеризуется астеническим типом реагирования с депрессивными переживаниями, усложненный ипохондрическими и паранойяльными включениями. Кроме того,

FIGURE 1. AVERAGED MMPI-PROFILES OF THE ARS-PATIENTS (GROUP I) AND LIQUIDATORS (GROUP II) COMPARATIVELY WITH THE NORM (CONTROL GROUP A)

РИСУНОК 1. УСРЕДНЕННЫЕ ПРОФИЛИ ММПИ У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ ОЛБ (ГРУППА I), И ЛИКВИДАТОРОВ (ГРУППА II) ПО СРАВНЕНИЮ С НОРМОЙ (КОНТРОЛЬНАЯ ГРУППА A)

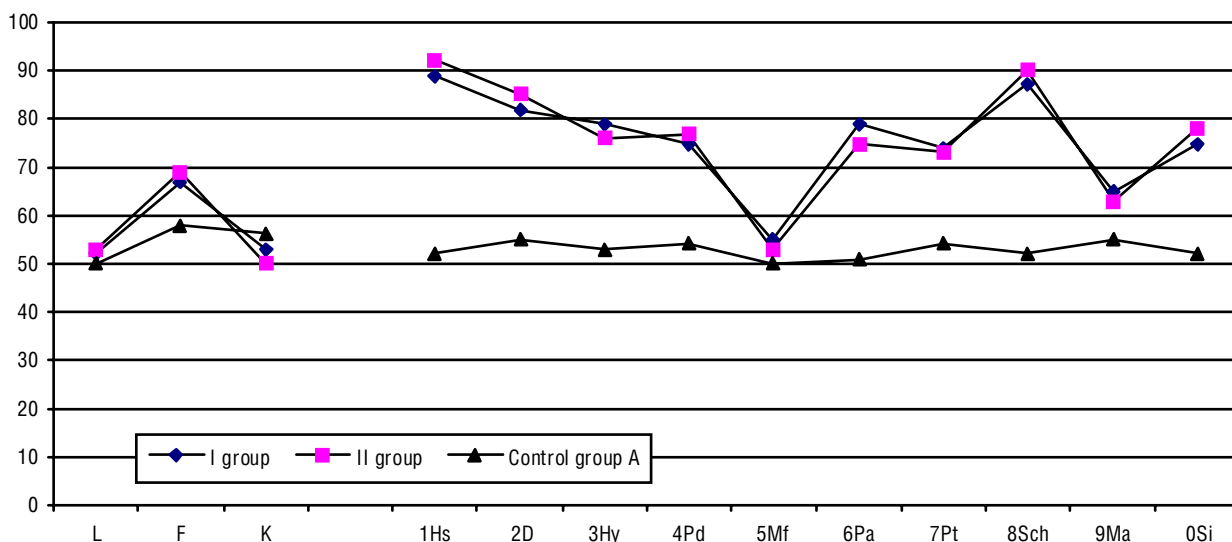
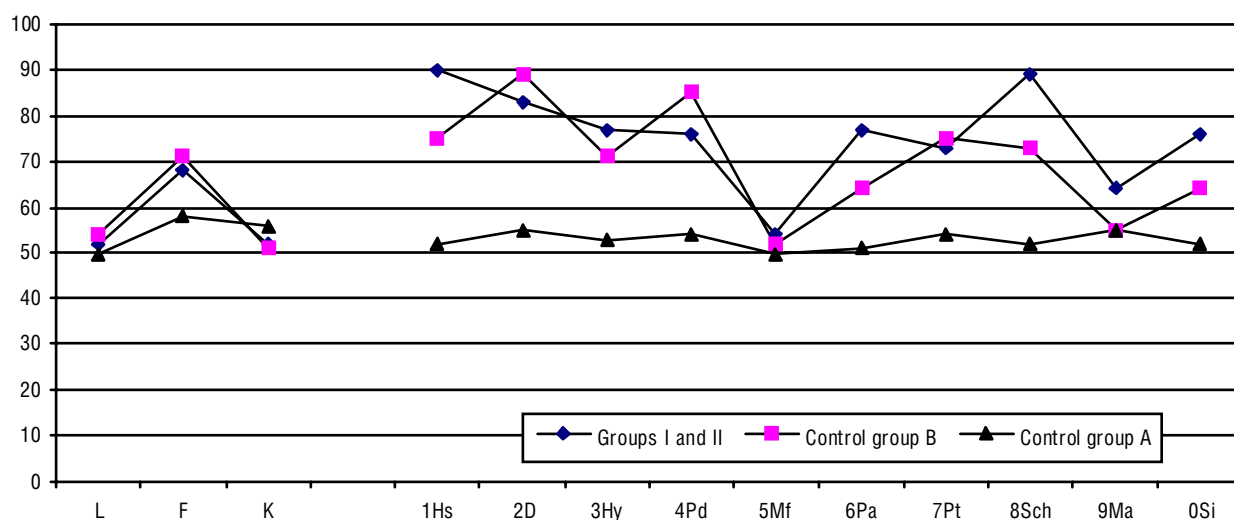


FIGURE 2. AVERAGED MMPI-PROFILES OF THE IRRADIATED PERSONS (GROUPS I AND II) COMPARATIVELY WITH THE NORM (CONTROL GROUP A) AND THE PTSD CONSEQUENCES (CONTROL GROUP B)

РИСУНОК 2. УСРЕДНЕННЫЕ ПРОФИЛИ ММПИ ОБЛУЧЕННЫХ ЛИЦ (ГРУППЫ I И II) ПО СРАВНЕНИЮ С НОРМОЙ (КОНТРОЛЬНАЯ ГРУППА А) И ПОСЛЕДСТВИЯМИ PTSD (КОНТРОЛЬНАЯ ГРУППА В)



significant increase ($P < 0.01$) in schizophrenia, hypochondria, paranoia, epilepsy and odd sensoric perception MMPI-scales together with a decrease of the personality “nucleus” power and intelligence quotient scales were revealed. These MMPI-scales deviations correlated feebly with the value of irradiation dose ($r = 0.12-0.25$, $P < 0.05$) at the force of factor (dose of irradiation) influence $\eta^2 = 0.19-0.34$, $P < 0.01$.

The results of correlation analysis between age, absorbed dose and mental health are shown in table 6. The neurotic symptoms have no significant correlation with dose and age. Some symptoms (e.g. aggression), on the contrary, decreased proportionally to an increase of the dose. At the same time such symptoms as lack of interest and initiative, alogia and, particularly, inattentiveness correlated with both age and dose. Social and emotional withdrawal, affective flattening, anhedonia—асociality, suspiciousness, motor retardation, unusual thought content, as well as the summarised BPRS-score correlated with the absorbed dose more strongly ($r = 0.3-0.5$) than with age ($r = 0.14-0.34$).

The schizophrenia-like psychopathology (unchanging facial expression, paucity of expressive gestures, poor eye contact, affective nonresponsiveness, lack of vocal inflections, poverty of content of speech, increased latency of response, physical anergia, reduction of recreational interest and activities, decrease of sexual interest and activity, tendency to be alone, social withdrawal) dominate ($P < 0.05$) following irradiation at the dose 0.3–0.5 Gy and more. At the same time affective and somatoform symptoms (anxiety, depression, irritability)

выявлены значительные ($p < 0,01$) повышения показателей шкал шизофрении, ипохондрии, паранойи, эпилепсии и причудливости сенсорного восприятия при снижении значений шкал силы “ядра” личности и интеллектуального коэффициента. Отклонения по этим шкалам ММПИ имели слабо выраженные связи с величиной дозы облучения ($r = 0,12-0,25$, $p < 0,05$) при силе влияния фактора (дозы облучения) $\eta^2 = 0,19-0,34$, $p < 0,01$.

Результаты корреляционного анализа между возрастом, поглощенной дозой и показателями психического здоровья приведены в таблице 6. Симптоматика невротического регистра не имели достоверной связи с величиной дозы облучения и возрастом. Некоторые симптомы (агрессивность) по мере увеличения дозы облучения, наоборот, уменьшались. Такие симптомы, как недостаток интересов и инициативы, алогия и, особенно, снижение внимания зависели как от возраста, так и от дозы облучения. Социальное и эмоциональное отчуждение, аффективное уплощение, ангедония—асоциальность, подозрительность, двигательная заторможенность, необычное содержание мышления, а также общий балл психиатрических симптомов имели более тесную связь с дозой облучения ($r = 0,3-0,5$), чем с возрастом ($r = 0,14-0,34$).

После облучения в дозах 0,3–0,5 Гр и более преобладает ($p < 0,05$) шизоформная негативная психопатологическая симптоматика (гипомимия, малочисленность выразительных жестов, бедный контакт глазами, аффективная неотзывчивость, недостаточность модуляций голоса, бедность содержания речи, увеличение латентности ответов, физическая анергия, снижение развлекательных интересов и активности, уменьшение сексуальной активности, тенденция к нахождению в одиночестве, социальная отчужденность). В то же время у ликвидаторов, облученных в дозах менее 0,3 Гр, преобладает ($p < 0,05$) аффективная и

TABLE 6
LINEAR CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN THE AGE, ABSORBED DOSE OF IRRADIATION AND PSYCHOPATHOLOGICAL SYMPTOMS

ТАБЛИЦА 6

КОЭФИЦИЕНТЫ ЛИНЕЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ВОЗРАСТОМ, ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗОЙ ОБЛУЧЕНИЯ И ПСИХОПАТОЛОГИЧЕСКИМИ СИМПТОМАМИ

Symptom	Age	P	Absorbed dose	P
Lack of interest and initiative	0.22	<0.05	0.23	<0.05
Social withdrawal	-0.12	>0.05	0.26	<0.05
Aggression	0.09	>0.05	-0.26	<0.05
Affective flattening	0.21	<0.05	0.36	<0.01
Alogia	0.46	<0.01	0.51	<0.01
Avolition—apathy	0.22	<0.05	0.12	>0.05
Anhedonia—asociality	0.34	<0.01	0.46	<0.01
Inattentiveness	0.56	<0.01	0.43	<0.01
Somatic concern	-0.23	<0.05	-0.31	<0.01
Anxiety	-0.20	<0.05	-0.29	<0.05
Emotional withdrawal	0.21	<0.05	0.46	<0.01
Tension	-0.06	>0.05	0.03	>0.05
Suspiciousness	0.05	>0.05	0.26	<0.05
Motor retardation	0.19	<0.05	0.32	<0.01
Unusual thought content	0.08	>0.05	0.22	<0.05
Blunted or inappropriate affect	0.16	<0.05	0.41	<0.01
Excitement	-0.07	>0.05	-0.18	<0.05
Summarised BPRS—score	0.14	<0.05	0.40	<0.01
Depression (SDS)	0.17	<0.05	0.06	>0.05
Impact of Events Scale (IES) (PTSD)	-0.10	>0.05	0.16	<0.05
Arousal Scale of PTSD (IDA)	-0.08	>0.05	-0.21	<0.05
GHQ-28	0.02	>0.05	0.05	>0.05

lity, somatic concern) prevail ($P < 0.05$) in the liquidators irradiated at the dose less than 0.3 Gy.

Thus, at the ARS remote period and in the liquidators of 1986–1987 organic brain damage has been forming. Apathetic-abulic endoformous brain organic syndrome prevails among the liquidators (including the ARS-patients) irradiated at doses of 0.3–0.5 Gy and more while cerebrastrhenic syndrome or cerebrastrhenic and dysthymic variants of brain organic syndrome predominate among the liquidators irradiated at doses less than 0.3 Gy.

Mental and behavioural disorders according to the ICD-10 criteria in the examined survivors are presented in table 7.

Spontaneous and evoked brain electrical activity

As a result of visual and computerised EEG analyses we revealed the following patterns of brain electrical activity (table 8). The EEG-patterns with interhemispheric asymmetry and paroxysmal activity as discharges of acute and slow waves and “spike—wave” and “polyspike—wave” complexes were characteristic for the irradiated persons.

The EEG-patterns of irradiated patients differed significantly from the control groups. Normal EEG-patterns were absent in the ARS-patients. The EEG-patterns with interhemispheric asymmetry, particularly the lefthemispheric EEG-patterns with lateralisation of abnormal activity towards the left brain hemisphere predominated in the patients of groups I and II.

соматоформная симптоматика (тревога, депрессия, раздражительность, соматическая озабоченность).

Таким образом, у пациентов в отдаленный период ОЛБ и у ликвидаторов 1986–1987 гг. формируется органическое поражение головного мозга. Причем, у ликвидаторов, облученных в дозах более 0,3–0,5 Гр (включая лиц, перенесших ОЛБ), преобладает апато-абулический эндоформный психоорганический синдром, в дозах менее 0,3–0,5 Гр — церебрастренический синдром или дистимические или церебрастренические варианты психоорганического синдрома.

Структура психических и поведенческих расстройств у обследованных пострадавших по критериям МКБ-10 приведена в таблице 7.

Спонтанная и вызванная электрическая активность головного мозга

В результате визуального и картографического анализа ЭЭГ были выявлены следующие паттерны биоэлектрической активности головного мозга (таблица 8). У облученных лиц преобладают ЭЭГ с межполушарной асимметрией и пароксизмальной активностью в виде разрядов острых и медленных волн и комплексов “пик—волна” или “полипик—волна”.

ЭЭГ-паттерны облученных лиц значительно отличаются от контрольных групп. У пациентов, перенесших ОЛБ, нормальные ЭЭГ-паттерны отсутствуют. У пациентов I и II групп преобладают ЭЭГ с межполушарной асимметрией, особенно — левополушарные ЭЭГ-паттерны с латерализацией патологической активности в левую гемисферу мозга.

TABLE 7

MENTAL AND BEHAVIOURAL DISORDERS ACCORDING TO THE ICD-10 CRITERIA IN THE ARS-PATIENTS AND THE LIQUIDATORS OF 1986–1987

ТАБЛИЦА 7

СТРУКТУРА ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ ОЛБ, И У ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг. ПО КРИТЕРИЯМ МКБ-10

Mental and behavioural disorders	ICD-10 code	Group I (n=70)	Group II (n=80)
ORGANIC, INCLUDING SYMPTOMATIC, MENTAL DISORDERS:	F00–F09	62(88%)	59(74%)
• With cerebraesthesia dominance	F06.6	8(11%)	27(34%)
• With brain organic syndrome dominance:	F07:F06	54(77%)	32(40%)
Cerebraesthetic type	F06.7	11(16%)	8(10%)
Dysthymic type	F06.3	9(13%)	5(6%)
Apathetic-abulic type	F07.0	21(30%)	6(7%)
Paranoid type	F06.2	6(9%)	6(7%)
Explosive type	F07.8	2(3%)	4(5%)
Dementia type	F02.8	5(7%)	3(5%)
SCHIZOTYPAL DISORDER	F21	9(13%)	12(15%)
ENDURING PERSONALITY CHANGE AFTER CATASTROPHIC EXPERIENCE	F62.0	8(11%)	22(27%)
SOMATIFORM DISORDERS	F45	9(13%)	15(19%)
DYSTHYMIA	F34.1	7(10%)	10(12%)

Note. Total rate of mental disorders is more 100% because of sometimes a patient was diagnosed with more one disorder (comorbidity).

Примечание. Общая частота психических расстройств превышает 100% (в некоторых случаях у одного больного диагностировали более одного расстройства).

TABLE 8

EEG-PATTERNS AMONG THE EXAMINED PERSONS

ТАБЛИЦА 8

ЭЭГ-ПАТТЕРНЫ У ОБСЛЕДОВАННЫХ

EEG-pattern	Group I (n=70)	Group II (n=80)	Group A (n=15)	Group B (n=15)	Group C (n=20)
Organised with α -activity dominance	0	22(27%)*	12(80%)*	6(40%)*	12(60%)*
Hypersynchronous	7(10%)	7(9%)	3(20%)	2(13%)	4(20%)
Flat polymorphous	58(83%)	55(69%)	0*	5(33%)*	2(10%)*
Disorganised with α -activity dominance	2(3%)	10(12%)	0	1(7%)	2(10%)
Disorganised with δ -activity dominance	3(4%)	8(10%)	0	1(7%)	0
Laterality of abnormal activity:					
– bilateral	14(20%)	6(7%)	3(20%)	4(27%)	3(15%)
– lefthemispheric	40(57%)	25(31%)*	—	1(6%)*	2(10%)*
– righthemispheric	16(23%)	27(35%)	—	4(27%)	3(15%)

Note. * — probability $P < 0.001$ relatively to the group I according to the χ^2 criterion.

Примечание. * — вероятность $p < 0,001$ в сравнении с группой I по критерию χ^2 .

Flat polymorphous EEG-pattern with diffusive Δ - and β -power predominantly in the fronto-temporal areas lateralised to the left, dominating, hemisphere together with paroxysmal activity against a background of low-voltage (10–25 mV) EEG was characteristic for the irradiated patients. In addition to the flat EEG disorganised EEG-patterns were also typical for the irradiated persons. The disorganised EEG-pattern with α -activity distinguished with disorganised high-voltage α -activity dominating throughout the brain increased amplitude of β -activity, diffusive θ - and Δ -activity of quite high amplitude together with bilateral paroxysmal activity. The disorganised EEG-pattern with θ - and Δ -activity characterised by decreased α -activity against a background of high- or middle-amplitude dysrhythmic EEG. These EEG-patterns testify to organic brain changes and sometimes increased seizure readiness of the brain.

У облученных лиц доминирует плоский полиморфный тип ЭЭГ с диффузным преобладанием Δ - и β -диапазона, особенно в лобно-височных областях с латерализацией в левое, доминирующее, полушарие в сочетании с пароксизмальной активностью на фоне низкоамплитудной (10–25 мкВ) “плоской” ЭЭГ. Кроме плоской полиморфной ЭЭГ для облученных лиц характерны дезорганизованные ЭЭГ: 1) с преобладанием α -активности отличается дезорганизованной высокоамплитудной α -активностью, доминирующей во всех отделах мозга, усиленной по амплитуде β -активностью, диффузной θ - и Δ -активностью, достаточно высокой амплитуды в сочетании с билатеральной пароксизмальной активностью; 2) с преобладанием θ - и Δ -активности характеризуется слабой выраженностью α -активности на фоне дизритмичной нерегулярной ЭЭГ высокой или средней амплитуды. Эти ЭЭГ-паттерны отражают органические изменения головного мозга, а в ряде случаев — повышение судорожной готовности мозга.

The degree of brain bioelectrical activity disturbances (the integral index of EEG-deviations of E.A. Zhirmunskaja (1991)) is directly proportional to the value of absorbed dose ($r=0.41$; $P<0.05$) and the age of a patient at the time of examination ($r=0.2$; $P<0.05$). Thus, brain electrical activity disturbances in ARS-patients and liquidators of 1986–1987 caused sufficiently by the aftermath of radiation exposure to the CNS.

Spectral analysis of brain electrical activity gave the characteristic EEG-pattern for the irradiated patients: a simultaneous increase of Δ -(1–4 Hz) and β -(>12 –32 Hz)-power together with a decrease of θ -(>4 –7 Hz) and α -(>7 –12 Hz)-power (figure 3). This EEG-pattern was characteristic for both the ARS-patients and the liquidators of 1986–1987 who had not been diagnosed with ARS. However, the EEG-patterns of the patients of group I differ from those on group II with increased Δ -power, particularly in the left fronto-temporal region, and more depressed of θ -power. This EEG-pattern of the irradiated patients testifies to structural and functional changes of the brain predominantly in the fronto-temporal cortex (particularly in the left, dominating, hemisphere) and the limbic-reticular-diencephalic complex.

A dose–effect relationship for the EEG-parameters was observed in the liquidators of 1986–1987 (figures 4 and 5). Irradiation at a dose of more than 0.3 Gy caused an increase ($P<0.001$) of Δ -power and a decrease of α -power. The duration of irradiation (work at the exclusion zone) did not influence these EEG-parameters.

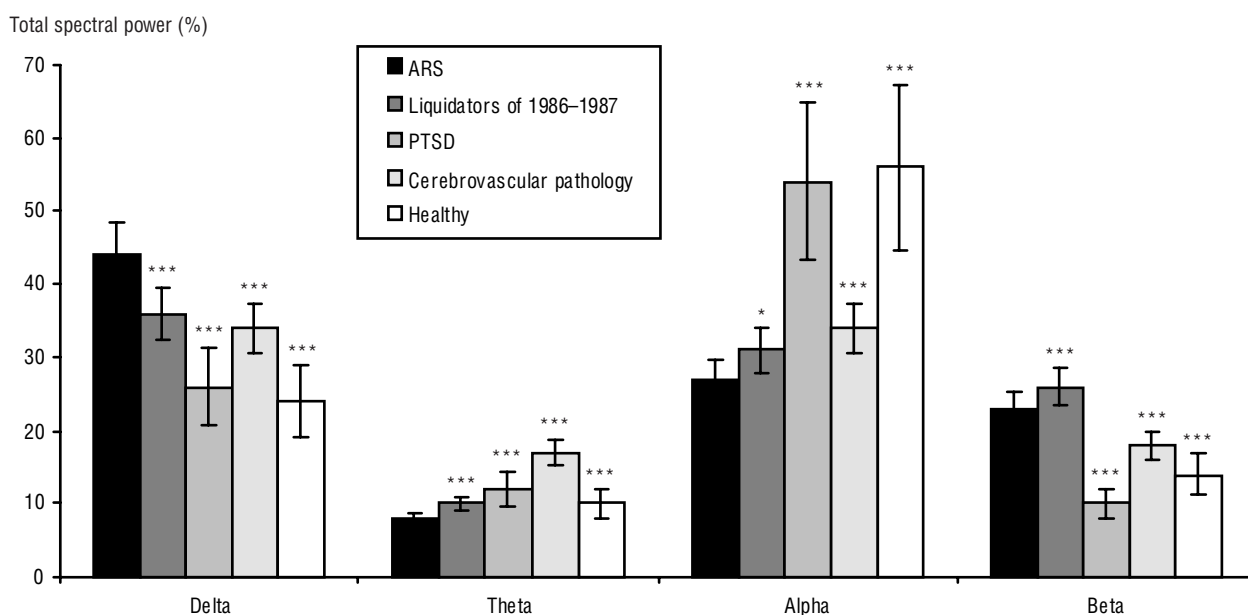
Степень нарушений электрической активности головного мозга (интегральный показатель ЭЭГ-отклонений Е.А. Жирмунской (1991)) прямо пропорционален величине поглощенной дозы облучения ($r=0,41$; $p<0,05$) и возрасту больного на момент обследования ($r=0,2$; $p<0,05$). Таким образом, нарушения церебральной электрической активности головного мозга у лиц, перенесших ОЛБ, и у ликвидаторов 1986–1987 гг. в достаточной степени обусловлены последствиями радиационного воздействия на ЦНС.

В результате спектрального анализа биоэлектрической активности головного мозга выявлен характерный ЭЭГ-паттерн для облученных лиц: одновременное увеличение спектральной мощности Δ - (1–4 Гц) и β -диапазонов (>12 –32 Гц) при снижении θ - (>4 –7 Гц) и α -диапазонов (>7 –12 Гц) (рисунок 3). Данный ЭЭГ-паттерн был характерным как для пациентов, перенесших ОЛБ, так и для ликвидаторов 1986–1987 гг., у которых диагноз ОЛБ установлен не был. Однако ЭЭГ у пациентов группы I отличались от таковых группы II большей спектральной мощностью Δ -диапазона, особенно в левой лобно-височной области, и большей депрессией θ -диапазона. Выявленный характерный ЭЭГ-паттерн у облученных лиц отражает структурно-функциональные изменения головного мозга преимущественно во фронто-темпоральной коре (особенно в левом, доминирующем, полушарии) и в лимбико-ретикулярно-диэнцефальном комплексе.

Прослежена зависимость “доза–эффект” для ЭЭГ-параметров у ликвидаторов 1986–1987 гг. (рисунки 4 и 5). Так, при воздействии доз облучения более 0,3 Гр увеличивается ($p<0,001$) спектральная мощность Δ -диапазона и уменьшается — α -диапазона ЭЭГ, что не зависит от длительности облучения (работ в зоне отчуждения).

FIGURE 3. RESULTS OF COMPUTERISED EEG — TOTAL SPECTRAL POWER OF EEG MAIN RANGES

РИСУНОК 3. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЭЭГ — СУММАРНАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ОСНОВНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЭЭГ



Note. Probabilities comparatively with group I: * — $P<0.05$, ** — $P<0.01$, *** — $P<0.001$.

Примечание. Вероятность различий по сравнению с группой I: * — $p<0,05$, ** — $p<0,01$, *** — $p<0,001$.

FIGURE 4. TOTAL SPECTRAL POWER OF EEG MAIN RANGES IN THE LIQUIDATORS OF 1986–1987 WHO HAD BEEN WORKING IN THE EXCLUSION ZONE FOR A SHORT TERM PERIOD DEPENDING ON THE DOSE

РИСУНОК 4. СУММАРНАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ОСНОВНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЭЭГ У ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг., РАБОТАВШИХ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ КРАТКОВРЕМЕННО, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

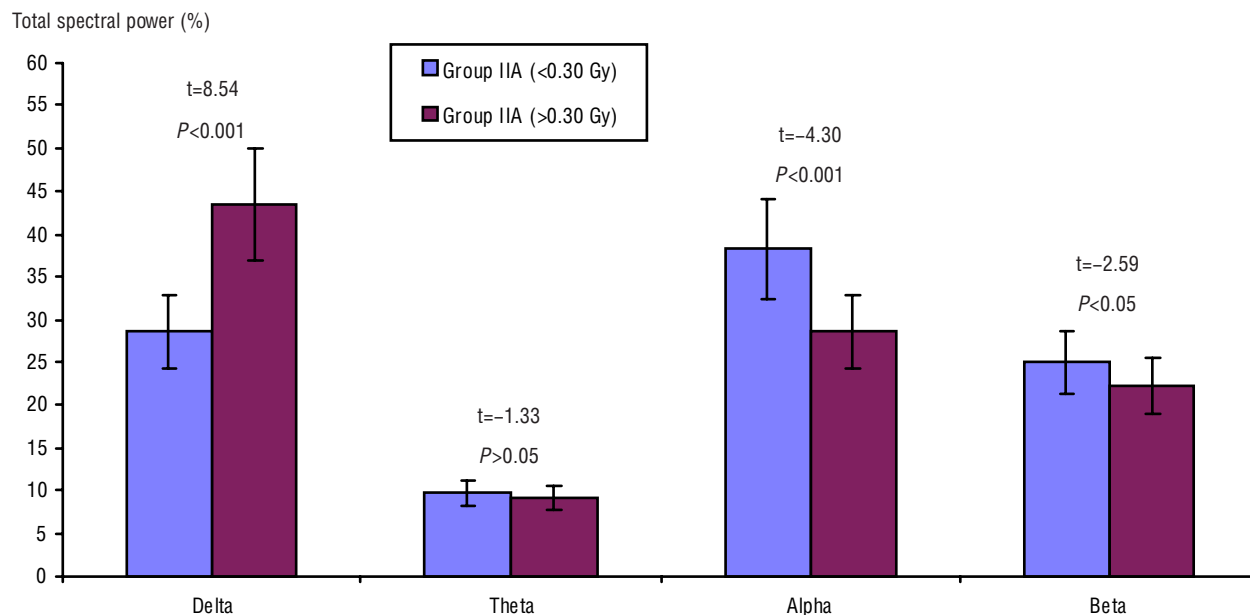
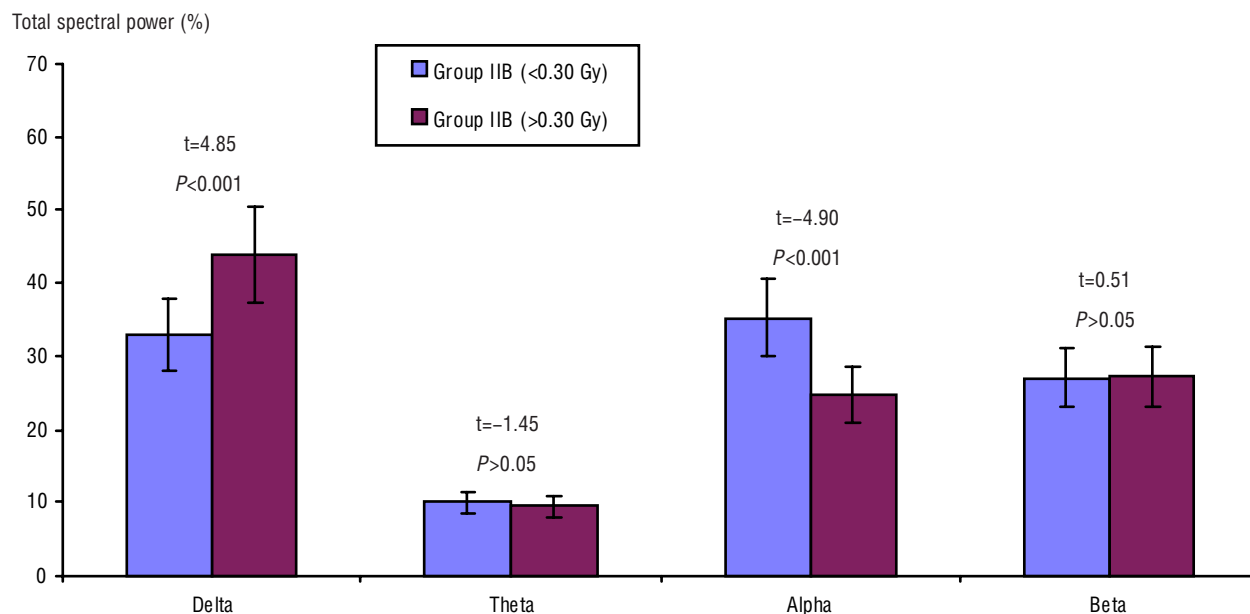


FIGURE 5. TOTAL SPECTRAL POWER OF EEG MAIN RANGES IN THE LIQUIDATORS OF 1986–1987 WHO HAD BEEN WORKING IN THE EXCLUSION ZONE FOR A LONG TERM PERIOD DEPENDING ON THE DOSE

РИСУНОК 5. СУММАРНАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ОСНОВНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЭЭГ У ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг., РАБОТАВШИХ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННО, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ



Long term work (3–5 and more years) at the exclusion zone at irradiation at doses less than 0.3 Gy increased ($P<0.05$) Δ -power (figure 6), and at doses of more than 0.3 Gy increased ($P<0.05$) β -power (figure 7).

A linear dose—effect relationship was established for Δ -power in the left temporal region T_3 (figure 8).

Долговременная работа в зоне отчуждения (3–5 лет и более) при дозах менее 0,3 Гр влияет ($p<0,05$) на увеличение спектральной мощности Δ -диапазона ЭЭГ (рисунок 6), а при дозах более 0,3 Гр влияет ($p<0,05$) на увеличение спектральной мощности β -диапазона ЭЭГ (рисунок 7).

Установлена линейная зависимость “доза—эффект” для спектральной мощности Δ -диапазона ЭЭГ в левой височной области — T_3 (рисунок 8).

FIGURE 6. TOTAL SPECTRAL POWER OF EEG MAIN RANGES IN THE LIQUIDATORS OF 1986–1987 IRRADIATED IN DOSES LESS THAN 0.30 Gy DEPENDING ON THE WORK DURATION IN THE EXCLUSION ZONE

РИСУНОК 6. СУММАРНАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ОСНОВНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЭЭГ У ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ В ДОЗАХ МЕНЕЕ 0,3 Гр

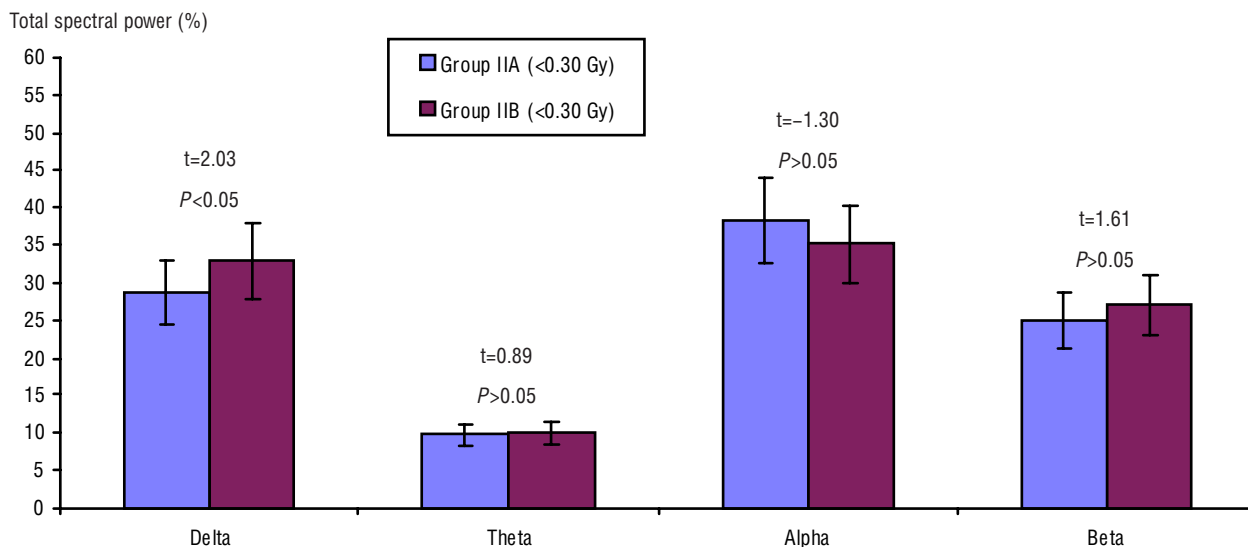
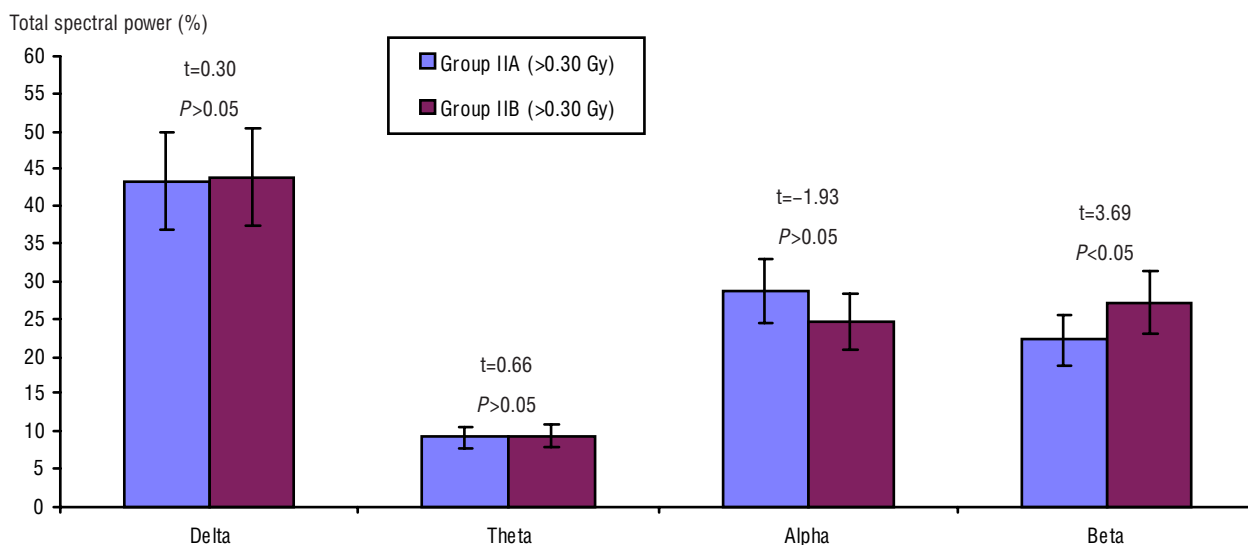


FIGURE 7. TOTAL SPECTRAL POWER OF EEG MAIN RANGES IN THE LIQUIDATORS OF 1986–1987 IRRADIATED IN DOSES MORE THAN 0.30 Gy DEPENDING ON THE WORK DURATION IN THE EXCLUSION ZONE

РИСУНОК 7. СУММАРНАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ОСНОВНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЭЭГ У ЛИКВИДАТОРОВ 1986–1987 гг. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ В ДОЗАХ БОЛЕЕ 0,3 Гр



Analysis of brain bioelectrical activity with the help of deflection factors clearly demonstrated significant differences between irradiation aftermath and well-known neuropsychiatric pathology (figure 9). After irradiation Δ - and β -power dramatically increased, significantly more than at chronic cerebrovascular pathology (DEP) and PTSD consequences. At the same time θ -power deflection from the mean norm in irradiated persons was diametrically opposite compared with both DEP and PTSD. A development of cerebrovascular pathology and PTSD is associated with an increase of θ -power (which is generated in the hippocampus), however irradiation provoked a depression of this

Анализ электрической активности головного мозга при помощи коэффициентов отклонений продемонстрировал значительные различия между последствиями облучения и известной нейропсихиатрической патологией (рисунок 9). После облучения достоверно увеличивается спектральная мощность Δ - и β -диапазонов — значительно больше, чем при хронической цереброваскулярной патологии (ДЭП) и последствиях психологического стресса (PTSD). В то же время отклонения показателей θ -диапазона у облученных имели противоположный характер по сравнению с ДЭП и PTSD. Если развитие ДЭП и PTSD сопровождается увеличением θ -диапазона (который генерируется в гиппокампе), то после облучения возникает депрессия

FIGURE 8. LINEAR DOSE—EFFECT RELATIONSHIP FOR Δ -POWER IN THE LEFT TEMPORAL REGION (T_3) DEPENDING ON THE ABSORBED DOSE VALUE

РИСУНОК 8. ЗАВИСИМОСТЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ Δ -ДИАПАЗОНА ЭЭГ В ЛЕВОЙ ВИСОЧНОЙ ОБЛАСТИ (T_3) ОТ ВЕЛИЧИНЫ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

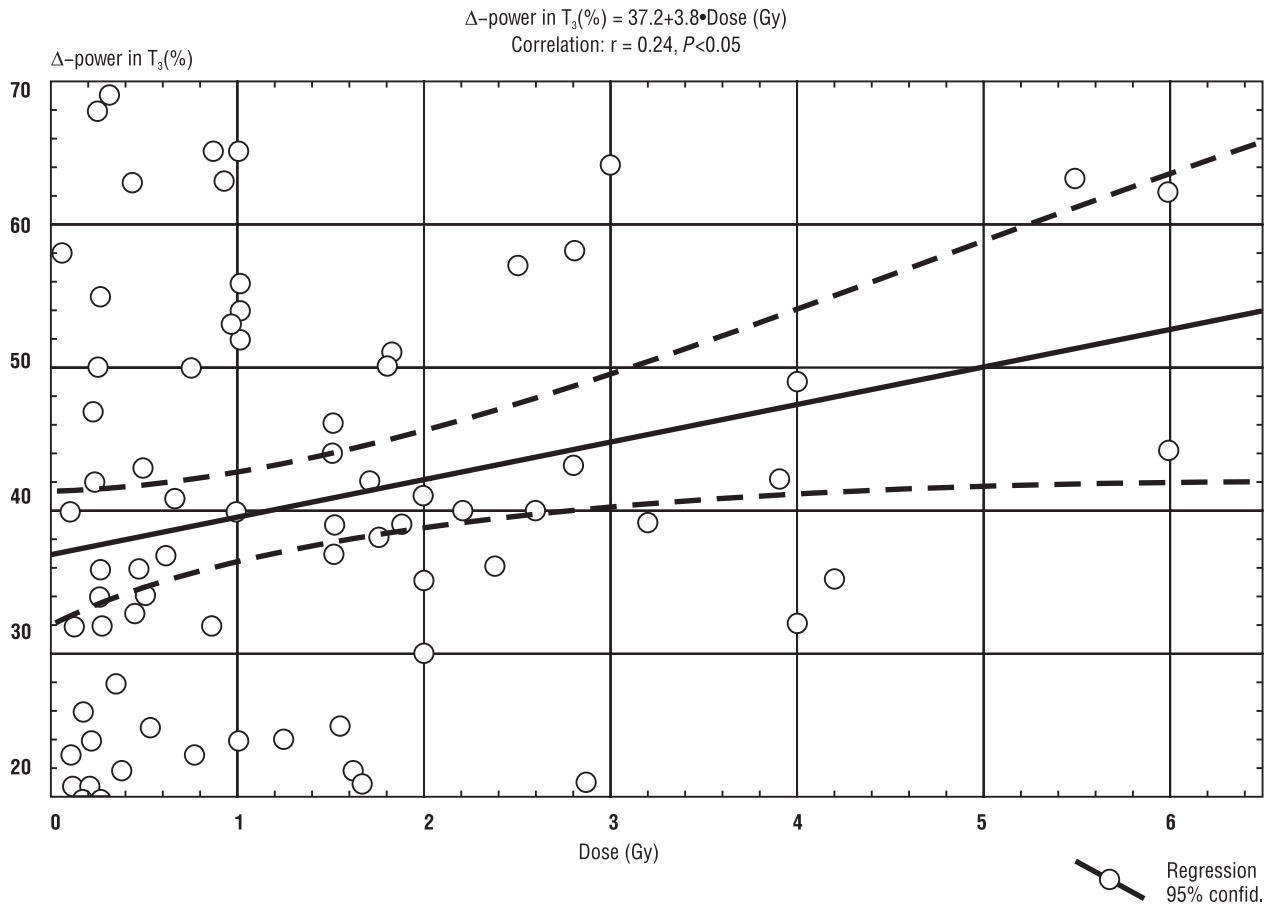
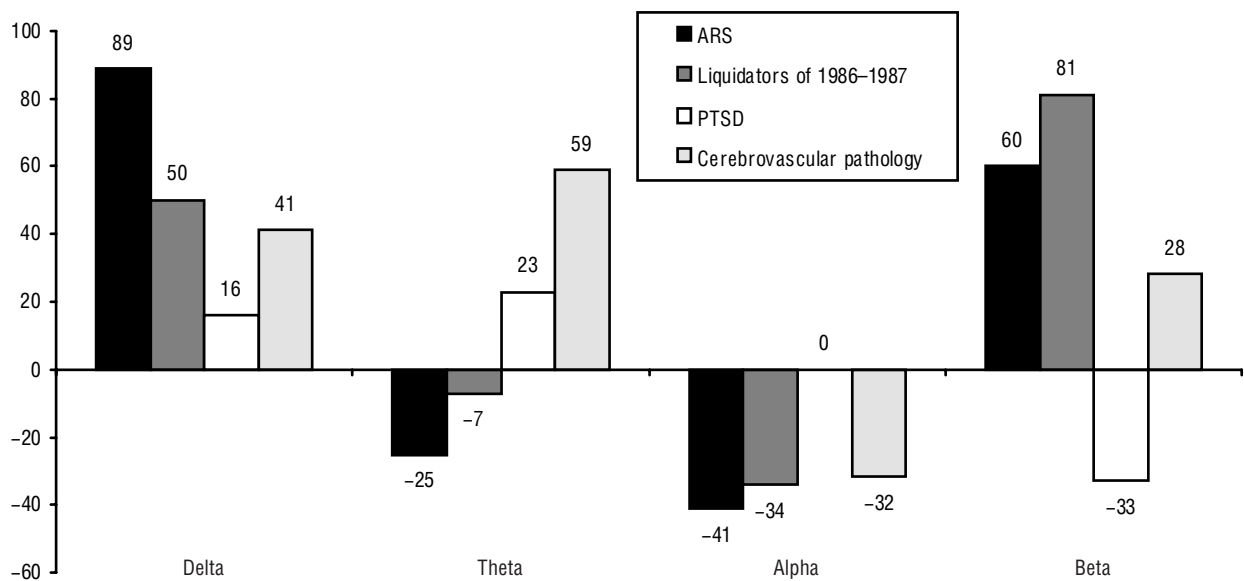


FIGURE 9. DEFLECTION FACTORS VALUES (%) OF TOTAL SPECTRAL POWER OF EEG MAIN RANGES

РИСУНОК 9. ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМЫ (%) СУММАРНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ОСНОВНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЭЭГ



EEG-range that also confirms pathology of the limbic system as a characteristic sign of postradiation brain damage.

этого диапазона, что также подтверждает патологию лимбической системы как характерного проявления пострadiационного поражения головного мозга.

Checkerboard reversible pattern VEP and their parameters' topographic distribution in irradiated patients differed significantly from the norm. P_{100} amplitude increased and its latency decreased; N_{145} and P_{200} latencies were delayed mainly as a result of deformation of the latest VEP components (table 9).

При исследовании ЗВПШП у облученных лиц обнаружены существенные отклонения амплитудно-временных параметров. Установлено достоверное увеличение амплитуд и сокращение ЛП основного компонента P_{100} , а также замедление компонента N_{145} и позднего компонента P_{200} , преимущественно за счет деформации поздних компонентов (таблица 9).

AMPLITUDES AND LATENCIES OF VISUAL EVOKED POTENTIALS

TABLE 9

ТАБЛИЦА 9

АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Index	Group I (n=70)	Group II (n=80)	Group A (n=15)	Group B (n=15)	Group C (n=20)
VEP, latency, ms					
$P_{100} O_2$	82.0±1.1	89.2±1.1**	96.8±1**	102.6±1.2**	88.8±1.5*
$N_{145} O_2$	128.1±1.5	138.2±1.5**	147.0±1.6**	158.0±1.4**	140.0±1.3**
$P_{200} O_2$	237.3±1.7	221.4±1.7**	208.0±1.6**	221.0±1.4**	187.0±1.6**
VEP, amplitude, μV					
$P_{100} O_2$	4.2±0.1	3.2±0.2**	2.6±0.1**	3.6±0.1*	3.6±0.2*
$N_{145} O_2$	7.6±0.1	5.6±0.3*	4.2±0.1**	5.2±0.2*	4.2±0.2*
$P_{200} O_2$	5.9±0.2	4.9±0.3*	5.6±0.3	4.6±0.3*	5.5±0.4

Note. Probabilities comparatively with the group I: * — $P<0.05$, ** — $P<0.01$.

Примечание. Вероятность различий по сравнению с группой I: * — $p<0,05$, ** — $p<0,01$.

VEP deformation could testify to organic changes in the brain. VEP acceleration and an increase of their amplitude testify to an increased readiness of the brain for paroxysmal states. Taking into account an absence of visual nerve damage it is possible to suppose that this VEP-pattern is associated with irritation of the diencephalic-limbic-reticular structures together with disorders of sophisticated cortical-subcortical processes of sensoric information processing.

Деформация основных компонентов ЗВПШП отражает органические нарушения головного мозга. Ускорение ЗВПШП и увеличение амплитуды свидетельствует о повышенной готовности мозга к пароксизмальным состояниям. Учитывая отсутствие поражения зрительного нерва у этих пациентов, можно предположить, что данный паттерн ЗВПШП отражает ирритацию диэнцефало-лимбико-ретикулярных структур с нарушениями сложных корково-подкорковых процессов обработки сенсорной информации.

Relative risks (RR) of neurophysiological abnormalities analysis has shown that ARS increases by 5 times the risk of development of brain functional organisation disorder, work in the exclusion zone in 1986–1987 — by 3.65 (the long term work — almost 4 times), whereas chronic cerebrovascular pathology and PTSD — 3 and 2 times correspondingly (figure 10).

Изучение относительных рисков (RR) нейрофизиологических нарушений показало, что перенесенная ОЛБ повышает риск развития нарушений функциональной организации головного мозга в 5 раз, работа в зоне отчуждения в 1986–1987 гг. — в 3,65 (а долговременная работа — почти в 4 раза), тогда как хроническая цереброваскулярная патология и PTSD — в 3 и 2 раза соответственно (рисунок 10).

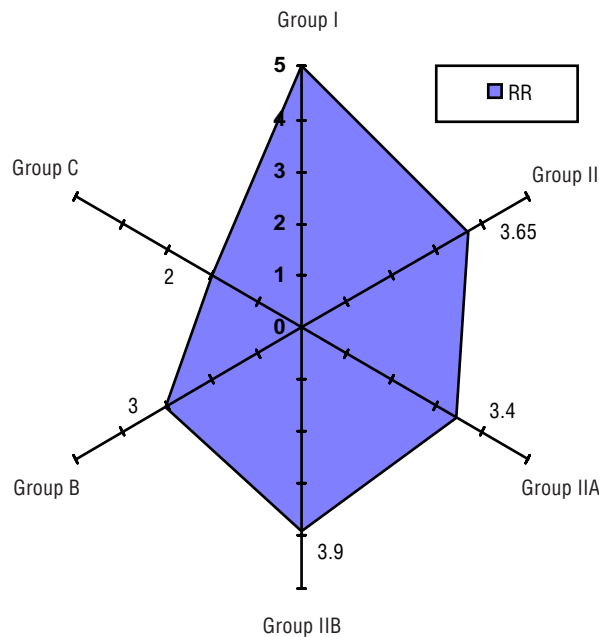
Contribution analysis allows calculation of the contribution of the main factors influencing the brain's electrical activity after irradiation. The force of influence of the irradiation dose on an increase of Δ - and β -power of EEG is 48% ($F=25.2$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and 22% ($F=6.5$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) correspondingly; and upon an decrease of θ - and α -power — 44% ($F=21.3$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and 26% ($F=9.5$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) correspondingly. The force of influence of the duration of work at the exclusion zone on an increase of β -power is 22% ($F=10.1$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$).

Рассчитан вклад основных факторов, влияющих на биоэлектрическую активность головного мозга после облучения. Сила влияния дозы облучения на повышение Δ - и β -диапазонов ЭЭГ составляет 48% ($F=25,2$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и 22% ($F=6,5$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) соответственно, на снижение θ - и α -диапазонов — 44% ($F=21,3$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и 26% ($F=9,5$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) соответственно. Сила влияния длительности работ в зоне отчуждения на повышение β -диапазона ЭЭГ составляет 22% ($F=10,1$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$).

At the same time the force of influence of the age on an increase of Δ - and β -power is 13% ($F=5.5$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and 25% ($F=11.9$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) correspondingly, and upon decrease of θ - and α -power — 22% ($F=10.1$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and 24% ($F=11.5$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) correspondingly. The atypical age-related EEG changes in the irradiated patients should be stressed. In contrast to physiological ageing ac-

В то же время сила влияния фактора возраста на повышение Δ - и β -диапазонов ЭЭГ составляет 13% ($F=5,5$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и 25% ($F=11,9$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) соответственно и на снижение θ - и α -диапазонов — 22% ($F=10,1$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и 24% ($F=11,5$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) соответственно. Следует особо отметить атипичию возрастных изменений ЭЭГ у облученных, которая в отличие от физиологического старения сопровождается

FIGURE 10. RELATIVE RISKS (RR) OF NEUROPHYSIOLOGICAL ABNORMALITIES
РИСУНОК 10. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РИСКИ (RR) НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ



accompanied by “slowing” of EEG as an increase of θ -power and a decrease of β -power (Gianitrapanni D., Murri L., 1988; Noschenko A.G., Loganovsky K.N., 1994), age-related EEG-changes are associated with a decrease of θ -power and an increase of β -power.

Psychological stress (PTSD) influences neither Δ - or θ -power. At the same time an increase of stress is associated with an increase of α -power (the force of influence — 20%; $F=9.3$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and a decrease of β -power (the force of influence — 21%; $F=9.9$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$). That is to say psychological stress provoked diametrically opposite effects on brain electrical activity in comparison with exposure to ionising radiation.

Cerebrovascular pathology (arterial hypertension and cerebral atherosclerosis) does not influence spectral power of Δ -range of EEG in the irradiated persons. The force of influence of arterial hypertension on increased θ - and β -power is 24% ($F=11.2$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and 30% ($F=15.4$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) correspondingly. The force of influence of cerebral atherosclerosis on decreased θ - and β -power is 23% ($F=10.6$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) and 35% ($F=19.3$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$) correspondingly, and on increased α -power — 32% ($F=16.9$; $F_{05}=4.0$; $P<0.05$).

Comorbidity of physical diseases in the irradiated patients does not have a significant influence on the changes of spectral parameters of brain electrical activity.

Thus, psychophysiological disorders in the ARS-patients and liquidators of 1986–1987 are polyetiological: the age of a patient, psychological stress, cerebrovascular pathology, the duration of work in

ся не “замедлением” ритмов ЭЭГ с увеличением θ -диапазона и уменьшением β -диапазона (Gianitrapanni D., Murri L., 1988; Нощенко А.Г., Loganовский К.Н., 1994), а, наоборот, — снижением θ -диапазона и повышением β -диапазона ЭЭГ.

Психологический стресс (PTSD) не влияет на Δ - и θ -диапазоны ЭЭГ. Однако с увеличением выраженности стресса наблюдается повышение спектральной мощности α -диапазона (сила влияния — 20%; $F=9,3$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и снижение β -диапазона (сила влияния — 21%; $F=9,9$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$). То есть фактор психологического стресса у облученных лиц оказывает прямо противоположные эффекты на биоэлектрическую активность головного мозга по сравнению с воздействием ионизирующих излучений.

Цереброваскулярная патология (артериальная гипертензия и церебральный атеросклероз) не влияет на спектральную мощность Δ -диапазона ЭЭГ у облученных лиц. Сила влияния артериальной гипертензии на увеличение θ - и β -диапазонов составляет 24% ($F=11,2$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и 30% ($F=15,4$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) соответственно. Сила влияния церебрального атеросклероза на уменьшение θ - и β -диапазонов составляет 23% ($F=10,6$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) и 35% ($F=19,3$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$) соответственно, на увеличение α -диапазона — 32% ($F=16,9$; $F_{05}=4,0$; $p<0,05$).

Сопутствующая соматическая патология у облученных не оказывает достоверного влияния на изменение спектрального состава электрической активности головного мозга.

Таким образом, психофизиологические нарушения у лиц, перенесших ОЛБ, и ликвидаторов 1986–1987 гг. являются полиэтиологическими — в их происхождении имеют значение возраст, психологический стресс,

the exclusion zone have had and influence in their genesis. However, the value of absorbed dose has provided a major contribution in the revealed psychophysiological disorders. Accordingly the characteristic psychophysiological pattern of the ARS-patients and liquidators of 1986–1987 should be considered as the deterministic effect of ionising radiation.

REFERENCES

Александровский Ю.А. Социально-стрессовые расстройства у пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС. В кн.: А.И. Нягу, Г.Н. Сушкевич (Ред.) Отдаленные медицинские последствия Чернобыльской катастрофы. Материалы 2-й Международ. конф., Киев, 1–6 июня 1998. Чернобыльинтеринформ, Киев, 1998, с. 434.

[*Alexxandrovsky Yu.A.* Sociostress disorders in Chernobyl NPP accident victims. In: A.I. Nyagu, G.N. Souchkevitch (Eds.) Long-term health consequences of the Chernobyl disaster, Proceedings of the 2nd Int. Conf., Kyiv, June 1–6, 1998. Chernobylinterinform, Kyiv, 1998, p. 435]

Бадалян Л.О., Скворцов И.А. Клиническая электронейромиография. Медицина, Москва, 1986, 368 с.

[*Badalyan L.O., Skvortzov I.A.* Clinical electroneuromyography. Meditzina, Moscow, 1986, 368 pp.]

Григорьев Ю.Г. Лучевые поражения и компенсация нарушенных функций. Госатомиздат, Москва, 1963, 204 с.

[*Grigoriev Yu.G.* Radiation damage and compensation of disordered functions. Gosatomizdat, Moscow, 1963, 204 pp.]

Гуськова А.К. Радиация и мозг человека. В кн.: А.И. Нягу (Ред.) Актуальные и прогнозируемые нарушения психического здоровья после ядерной катастрофы в Чернобыле. Материалы Международ. конф., Киев, 24–28 мая 1995. Крепшчатик, Киев, 1995, с. 22.

[*Guskova A.K.* Radiation and human brain. In: A.I. Nyagu (Ed.) Proceedings of the Int. Conf. on the Mental Health Consequences of the Chernobyl Disaster: Current State and Future Prospects, Kyiv, May 24–28, 1995. Chreshchatyk, Kyiv, 1995, p. 23]

Гуськова А.К. Десять лет после аварии на ЧАЭС (ретроспектива клинических событий и мер по преодолению последствий). Мед. радиология и радиационная безопасность, 1997, 42(1):5–12. [*Guskova A.K.* Ten years after the Chernobyl accident (retrospective of clinical events and contrmeasures). Med. Radiology and Radiat. Safety, 1997, 42(1):5–12]

Давыдов Б.И., Ушаков И.Б. Ионизирующие излучения и мозг: поведенческие и структурно-функциональные паттерны. Итоги науки и техники. Радиационная биология. ВИНТИ, Москва, 1987, Т.8, 336 с.

[*Davydov B.I., Ushakov I.B.* Ionizing radiation and brain: behavioral and structural-functional patterns. VINITI, Moscow, Results of Science and Technics, Radiation Biology, 1987, Vol. 8, 336 pp.]

Дудкин А.О. Непосредственное действие малых доз ионизирующей радиации на нейроны млекопитающих. Автореф. дис. ... канд. биол. наук, Киев, 1987, 22 с.

наличие цереброваскулярной патологии, продолжительности работ в зоне отчуждения. Однако наибольшее влияние на выраженность психофизиологических нарушений оказывает величина поглощенной дозы облучения, что дает основания рассматривать характерный психофизиологический паттерн у лиц, перенесших ОЛБ, и ликвидаторов 1986–1987 гг. как детерминистский эффект ионизирующих излучений.

[*Dudkin A.O.* Direct effects of small doses of ionising radiation upon mammalians neurones. Author's abstract of Ph.D. Dissertation in Biology, Kyiv, 1987, 22 pp.]

Жаворонкова Л.А., Холодова Н.Б. Оценка функционального состояния мозга параметрами когерентности ЭЭГ в отдаленные сроки воздействия ионизирующей радиации (последствия аварии на ЧАЭС). Журн. высш. нервной деятельности им. И.П. Павлова, 1994, 44(1):159–162.

[*Zhavoronkova L.A., Kholodova N.B.* The assessment of brain functional status by EEG coherence parameters in the late period of exposure to ionizing radiation. Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I. P. Pavlova, 1994, 44(1):159–162]

Жирумнская Е.А. Клиническая электроэнцефалография. МЭЙБИ, Москва, 1991, 80 с.

[*Zhirumnskaya E.A.* Clinical electroencephalography. Publishing House MAYBE, Moscow, 1991, 80 pp.]

Зубовский Г.А., Холодова Н.Б., Федорова Н.А. Картирование метаболизма, регионарного кровотока и электрогенеза головного мозга обезьян, облученных в дозе 70 рад. В кн.: Тезисы докладов 1-го Всесоюзного совещания по картированию мозга, Москва, 1991, с. 59–60.

[*Zubovsky G.A., Kholodova N.B., Fedorova N.A.* Mapping of metabolism, regional blood flow and electrogenesis of the brain of monkeys irradiated at the dose of 70 rad. In: Abstracts of the 1st All-Union Meeting on Brain Mapping, Moscow, 1991, pp. 59–60]

Ливанов М.Н. Некоторые проблемы действия ионизирующей радиации на нервную систему. Медгиз, Москва, 1962, 196 с.

[*Livanov M.N.* Some problems of ionising radiation effects on the nervous system. Medgiz, Moscow, 1962, 196 pp.]

Логановский К.Н. Психопатологические особенности синдрома вегетативной дисфункции у лиц, подвергавшихся воздействию ионизирующего излучения в малых дозах. Врач. дело, 1991, 6: 68–72.

[*Loganovskii K.N.* Psychopathological characteristics of autonomic dysfunction syndrome in patients exposed to small doses of ionising radiation. Vrach. Delo, 1991, 6: 68–72]

Логановский К.Н. Клинико-эпидемиологические аспекты психиатрических последствий Чернобыльской катастрофы. Социальная и клиническая психиатрия, 1999, 1:5–17.

[*Loganovsky K.N.* Clinical and epidemiological aspects of psychiatric aftermath of the Chernobyl disaster. Social and Clinical Psychiatry, 1999, 1:5–17]

Логановский К.Н., Нягу А.И. Характеристика психических расстройств у пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы в свете МКБ-10. Социальная и клиническая психиатрия, 1995, 5(2):15–23.

[*Loganovsky K.N., Nyagu A.I.* Mental disorders in Chernobyl accident survivors according to ICD-10. Social and Clinical Psychiatry, 1995, 5(2):15–23]

Мешков Н.А., Рыжов Н.И., Кузнецова Г.Д., Федорова Н.Л., Шлык Г.Г., Жаворонкова Л.А., Холодова Н.Б. Отдаленные

последствия радиационных воздействий на неврологический статус организма. Воен.-мед. журн., 1993, 4:70–73.

[Mesbkov N.A., Ryzhov N.I., Kuznetzova G.D., Fedorova N.L., Shlyk G.G., Zhavoronkova L.A., Kholodova N.B. The late sequelae of radiation exposures on the neurological status of the body. Voен. Med. Zh., 1993, 4: 70–73]

Мицир О.П., Угаров Б.Н., Власов В.В. Методы обработки медицинской информации. Вища школа, Киев, 1991, 271 с.

[Mintzer O.P., Ugarov B.N., Vlasov V.V. Methods of medical information possessing. Vyzcha Shkola, Kiev, 1991, 271 pp.]

Напреенко А.К., Логановский К.Н. Пограничные нервно-психические расстройства у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения. Врачеб. дело, 1992, 6: 48–52.

[Napreyenko A.K., Loganovskii K.N. Borderline neuropsychic disorders in persons subjected to ionising radiation exposure. Vrach. Delo, 1992, 6: 48–52]

Напреенко А.К., Логановский К.Н. Систематика психических расстройств, связанных с последствиями аварии на ЧАЭС. Врачеб. дело, 1995, 5–6: 25–29.

[Napreyenko A.K., Loganovskii K.N. The systematics of mental disorders related to the sequelae of the accident at the Chernobyl Atomic Electric Power Station. Vracheb. Delo, 1995, 5–6: 25–29]

Напреенко А.К., Логановский К.Н. Экологическая психиатрия. Полиграфкнига, Киев, 1997, 96 с.

[Napreyenko A.K., Loganovsky K.N. Ecological psychiatry. Polygraphkniga, Kyiv, 1997, 96 pp.]

Ноценко А.Г., Логановский К.Н. Особенности функционального состояния головного мозга у лиц, работающих в условиях 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС, с точки зрения возрастных изменений. Врачеб. дело, 1994, 2: 16–19.

[Nosbchenko A.G., Loganovskii K.N. The functional brain characteristics of people working withing the 30-kilometer area of the Chernobyl Atomic Electric Power Station from the viewpoint of age-related changes. Vracheb. Delo, 1994, 2: 16–19]

Нягу А.И. Психоневрологические и психологические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Вестн. АМН СССР, 1991, 11:31–32.

[Nyagu A.I. Psychoneurological and psychological aspects of the Chernobyl accident consequences. Vestnik of Academy of Medical Sciences of the USSR, 1991, 11:31–32]

Нягу А.И. Вегетативная дистония. В кн.: В.Г. Барьяхтар (Ред.) Чернобыльская катастрофа. Наукова думка, Киев, 1995, с. 477–480.

[Nyagu A.I. Vegetative dystonia. In: V.G. Baryakhtar (Ed.). Chornobyl catastrophe. Export of Ukraine, Kyiv, 1997, 477–480]

Нягу А.И. Нервная система. В кн.: В.Г. Барьяхтар (Ред.) Чернобыльская катастрофа. Наукова думка, Киев, 1995, с. 458–460.

[Nyagu A.I. Nervous system. In: V.G. Baryakhtar (Ed.). Chornobyl catastrophe. Export of Ukraine, Kyiv, 1997, 458–460]

Нягу А.И., Логановский К.Н. Хроническое воздействие ионизирующего излучения на нервную систему: клиника, диагностика, лечение (обзор). Украинский научный центр радиационной медицины МЗ и АН Украины, Киев, 1992, 64 с.

[Nyagu A.I., Loganovsky K.N. Chronic exposure to ionising radiation upon the nervous system: clinic, diagnosis,

treatment. Ukrainian Scientific Centre for Radiation Medicine, Ministry of Public Health and Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 1992, 64 pp.]

Нягу А.И., Логановский К.Н. Изменения в нервной системе при хроническом воздействии ионизирующего излучения. Журн. невропатол. и психиатр. им. С.С. Корсакова, 1997, 97(2): 62–70.

[Nyagu A.I., Loganovskii K.N. Changes in the nervous system during chronic exposure to ionizing radiation. Zh. Nevropatol. Psykhiatr. Im. S.S. Korsakova, 1997, 97(2): 62–70]

Нягу А.И., Логановский К.Н., Чупровская Н.Ю., Ващенко Е.А., Костюченко В.Г., Зазимко Р.Н., Плачинда Ю.И., Юрьев К.Л., Логановская Т.К., Здоренко Л.Л. Пострадиационная энцефалопатия в отдаленный период острой лучевой болезни. Укр. мед. часопис, 1997, 2 (2): 33–44.

[Nyagu A.I., Loganovsky K.N., Chuprovskaya N.Yu., Vaschenko E.A., Kostiuuchenko V.G., Zazimko R.N., Plachinda Yu.I., Yuriev K.L., Loganovskaja T.K., Zdorenko L.L. Postradiation encephalopathy in the remote period of acute radiation sickness. Ukrain. Med. Cas., 1997, 2 (2): 33–44]

Нягу А.И., Логановский К.Н. Нейропсихиатрические эффекты ионизирующих излучений. Ченобыльинтеринформ, Киев, 1998, 350 с.

[Nyagu A.I., Loganovsky K.N. Neuropsychiatric effects of ionising radiation. Chernobylinterinform, Kyiv, 1998, 350 pp.]

Нягу А.И., Ноценко А.Г., Логановский К.Н. Отдаленные последствия психогенного и радиационного факторов аварии на Чернобыльской АЭС на функциональное состояние головного мозга человека. Журн. невропатол. и психиатр. им. С.С. Корсакова, 1992, 92 (4):72–77.

[Nyagu A.I., Noschenko A.G., Loganovskii K.N. Late effects of psychogenic and radiation factors of the accident at the Chernobyl nuclear power plant on the functional state of human brain. Zh. Nevropatol. Psykhiatr. Im. S.S. Korsakova, 1992, 92 (4):72–77]

Нягу А.И., Халыавка И.Г., Логановский К.Н., Плачинда Ю.И., Юрьев К.Л., Логановская Т.К. Психоневрологическая характеристика лиц, перенесших острую лучевую болезнь. Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения, 1996, 3:175–190.

[Nyagu A.I., Khalyavka I.G., Loganovsky K.N., Plachinda Yu.I., Yuryev K.L., Loganovskaja T.K. Psychoneurological characterisation of persons who had acute radiation sickness. Problems of Chernobyl exclusion zone, 1996, 3: 175–190]

Пеймер С.И., Дудкин А.О., Свердлов А.Г. Непосредственное действие малых доз радиации на нейроны. Доклады АН СССР, 1985, 284 (6): 1481–1484.

[Pejmer S.I., Dudkin A.O., Sverdlov A.G. Direct effects of small doses of radiation upon neurones. Reports of Academy of Sciences of the USSR, 1985, 284 (6):1481–1484]

Торубаров Ф.С., Благоевещенская В.В., Чесалин П.В., Николаев М.К. Состояние нервной системы у пострадавших при аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Журн. невропатол. и психиатр. им. С.С. Корсакова, 1989, 89(2):48–52.

[Torubarov F.S., Blagovesbchenskaia V.V., Chesalin P.V., Nikolaev M.K. Status of the nervous system in victims of the accident at the Chernobyl atomic power plant. Zh. Nevropatol. Psykhiatr. Im. S.S. Korsakova, 1989, 89(2):48–52]

Ушаков И.Б., Арлашенко Н.И., Должанов А.Я., Попов В.И. Чернобыль: радиационная психофизиология и экология человека. Москва, ГНИИИ авиационной и космической медицины, 1997, 247 с.

[Ushakov I.B., Arlasbchenko N.I., Dolzbanov A.Y., Popov V.I. Chernobyl: radiation psychophysiology and human ecology. Moscow, SSRTI aerospace medicine, 1997, 247 p.]

Холодова Н.Б., Кузнецова Г.Д., Зубовский Г.А., Казакова П.Б., Буклина С.Б. Отдаленные последствия лучево-

го воздействия на нервную систему. Журн. невропатол. и психиатр. им. С.С. Корсакова, 1996, 96 (5):29–33.

[*Kholodova N.B., Kuznetsova G.D., Zubovskii G.A., Kazakova P.B., Buklina S.B.* The late sequelae of radiation exposure on the nervous system. Zh. Nevropatol. Psykhiatr. Im. S.S. Korsakova, 1996, 96 (5): 29–33

Andreasen N.C. Negative symptoms in schizophrenia: definition and reliability. Arch. Gen. Psychiat., 1982, 3: 784–788.

Court L. Alterations electroencephalographiques sous irradiation — relation dose–effet. BMS, NATO, Bruxelles, 12–14 septembre 1979.

Daniel W.W. Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995, 788 pp.

Dufour R., Court L. Le syndrome precoce de la maladie de l'irradiation. Etude chez le lapin des modifications fonctionnelles qui interviennent apres une irradiation gamma totale aux doses sub-letales. Bulletin d'Information Scientifique et Technique du CEA, 1975, 203:35–44.

Gourmelon P., Court L., Gueneau G. Radiosensibilite du systeme nerveux central. Modele d'evaluation de l'efficacite biologique relative. Communication Groupe NATO, RSG5, octobre 1985.

Horowitz M.J., Wilner N., Alvarez W. Impact of events scale. A measure of objective stress. Psychosom. Med., 1979, 41: 209–218.

Kirk R.E. Experimental design: procedures for the behavioral sciences. Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, 1982, 911 pp.

Kimeldorf D.J., Hunt E.L. Ionizing radiation: neural function and behavior. Academic Press, New York, 1965, 375 pp.

Kuzma J.W. Basic statistics for the health sciences. Mayfield Publish., Palo Alto, 1984, 274 pp.

Loganovsky K.N., Loganovskaja T.K. Brain laterality and psychopathology in the remote period of acute radiation sickness. In: Abstracts of the 4th Laterality and Psychopathology Conference, London, 1997, p. 34.

Loganovsky K.N., Loganovskaja T.K. Schizophrenia and left fronto-temporal EEG abnormalities in

the aftermath of the Chernobyl disaster. In: Abstracts of the 9th World Congress of the International Organization of Psychophysiology, Taormina, 1998. Int. J. Psychophysiol., 1998, 30 (1–2): 170.

Mickleley G.A. Psychological effects of nuclear warfare. In: J.J. Conklin, R.I. Walker (Eds.) Military radiobiology. Academic Press Inc., San Diego, 1987, pp. 303–319.

Miyachi Y., Yamada T. Low-dose X-ray induced depression of sexual behaviour in mice. Behav. Brain Res., 1994, 65 (1): 113–115.

Montgomery D.C. Design and analysis of experiments. John Wiley and Sons, New York, 1976, 418 pp.

Nyagu A., Loganovsky K., Vashchenko E., Yuriev K. Psychophysiological effects of chronic irradiation as a result of the Chernobyl disaster. In: International Conference "One decade after Chernobyl": Book of extended synopses, Vienna, IAEA, 1996, pp. 347–348.

Nyagu A.I., Loganovsky K.N. Mental disorders in the Chernobyl accident survivors. In: Abstracts of the X World Congress of Psychiatry, Madrid, 1996, S–136-1, p.119.

Nyagu A.I., Loganovsky K.N. Mental health in Chernobyl survivors: remote period medical and social risks. In: B.-M. Drottz-Sjoberg (Ed.) Proceedings of Int. Meeting of the Society for Risk Analysis-Europe "New Risk Frontiers". Center for Risk Research, Stockholm, 1997, pp.769–777.

Nyagu A.I., Loganovsky K.N. Neurophysiological appropriateness of ionizing radiation effects. In: Low Doses of Ionizing Radiation: Biological Effects and Regulatory Control, IAEA-TECDOC-976, Contributed papers of Int. Conf., Seville, Spain, 17–21 November 1997, IAEA, WHO, UNSCEAR, pp. 261–264.

Nyagu A.I., Loganovsky K.N., Loganovskaja T.K. Psychophysiological aftereffects of prenatal irradiation. Int. J. Psychophysiol., 1998, 30: 303–311.

Overall J.E., Gorham D.R. The brief psychiatric rating scale. Psychol. Rep., 1962, 10: 799–812.

Zhavoronkova L.A., Kholodova N.B., Zubovsky G.A., Gogitidze N.V., Koptelov Y.M. EEG power mapping, dipole source and coherence analysis in Chernobyl patients. Brain Topography, 1995, 8(2): 161–168.

Zung W.W.K., Wonnacott T.H. Treatment prediction in depression using a self-rating scale. Biol. Psych., 1970, 2: 321–329.