

5. Максимов А.В. Распространенность, клиника и профилактика психических расстройств в районах с различным экологическим состоянием (на м-ах г. Липецка): дисс... канд. мед. наук. — М., 2006. — 221 с.

6. Хомская Е. Д. Нейропсихология. Изд. 4-е. — СПб.: Питер, 2007. — 496 с.

7. Шоломов И. И., Орнатская Н. А. Основы нейропсихологии. — Саратов: СГМУ, 2010. — 380 с.

6. Homskaya E.D. Neuropsychology. 4th edition. — St-Petersburg: Piter, 2007. — 296 p. (in Russian).

7. Sholomov I.I., Ornatskaya N.A. Basics of neuropsychology. — Saratov: SGMU, 2010. — 380 p. (in Russian).

8. Cernichiari R. et al. // Neurotoxicology. — 1995. — Vol. 16. — № 4. — P. 705–710.

Поступила 15.04.2016

REFERENCES

1. Vasserman L. I., Dorofeeva S. A., Meerson Ya. A. Methods of psychologic diagnosis: practical manual. — St-Petersburg: Stroilespechat', 1997. — 304 p (in Russian)

2. Vereshchagin N. V. Evaluation of cerebrovascular reserve in carotid arteries atherosclerosis // Zhurnal nevrologii i psikiatrii. — 1999. — 2. — P. 57–62 (in Russian).

3. Vizel' T.G. Neuropsychologic fast examination. — Moscow: V. Sekachev, 2005. — 24 p. (in Russian).

4. Zakharov V. V. // Trudnyy patsient. — 2005. — 5. — P. 15–18 (in Russian).

5. Maksimov A.V. Prevalence, clinical manifestations and pervention of mental disorders in regions with various ecologic conditions (based on materials of Lipetsk city): diss. — Moscow, 2006. — 221 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Батмакова Шарбану Батмаковна (Battakova Sh.B.),
рук. лаб. проф. неврологии РГКП «НЦ ГТ и ПЗ» МЗ и
СР, д-р мед. наук, проф.

Аманбеков Укен Ахметбекович (Amanbekov U.A.),
гл. науч. сотр. лаб. проф. неврологии РГКП «НЦ ГТ и ПЗ»
МЗ и СР, д-р мед. наук, проф.

Миянова Гульрайхан Абдурахмановна (Miyanova G.A.),
вед. науч. сотр. лаб. проф. неврологии РГКП «НЦ ГТ
и ПЗ» МЗ и СР, канд. мед. наук. E-mail: gulrayhan@
bk.ru.

Абдрахманова Майра Галымжановна (Abdrakhmanova M.G.),
гл. науч. сотр. лаб. проф. неврологии РГКП «НЦ ГТ и ПЗ»
МЗ и СР, д-р мед. наук, проф.

УДК 61:335.1 / 2:159.9

Смагулов Н.К., Адильбекова А.А., Сабиден Г.С.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОРГАНИЗМА КАЗАХСТАНСКИХ И ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В ДИНАМИКЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Карагандинский государственный медицинский университет, ул. Гоголя, 40, г. Караганда, Казахстан, 100008

Представлена сравнительная математическая оценка функционального напряжения организма казахстанских и иностранных студентов в динамике учебного процесса. Объект исследования — казахстанские и иностранные (Индия, Пакистан) студенты медицинского университета. Всего обследовано 89 студентов. Использовались физиологические, психометрические и статистические методы исследования. Выявлено, что процесс адаптации студентов медицинского университета к учебной деятельности осуществляется на основе формирования функциональной системы с участием многих интегральных компонентов, в том числе специфических (сенсорного, моторного, интеллектуального) и неспецифических (уровень активации центральной нервной системы (ЦНС), эмоционального тонуса, вегетативного обеспечения). Установлено, что психофизиологическая адаптация у иностранных студентов выше, чем у казахстанских. Использование методов математического моделирования позволило разработать критерии функционального напряжения для оценки и прогнозирования уровня функционального напряжения студентов в процессе адаптации к учебному процессу.

Ключевые слова: иностранные студенты; казахстанские студенты; функциональное напряжение; математическая оценка.

Smagulov N.K., Adilbekova A.A., Sabiden G.S. **Comparative mathematic evaluation of functional strain in Kazakh and foreign students during study process**

Karaganda State Medical University, 40, Gogol str., Karaganda, Kazakhstan, 100008

The authors presented comparative mathematic evaluation of functional strain in Kazakh and foreign students during study process. Object of study — Kazakh and foreign (India, Pakistan) students of medical university. Totally 89 students were examined, with physiologic, psychometric and statistic study methods. Findings are that adaptation of medical students to study process is based on functional system formation with many integral components participation, including specific (sensory, motor, intellectual) and nonspecific (activation of central nervous system, emotional tone, vegetative support). Psychophysiology adaptation appears to be better in foreign students, than in Kazakh ones. Mathematic modelling methods helped to specify criteria of functional strain for evaluation and forecast of functional strain levels in students during adaptation to study process.

Key words: foreign students; Kazakh students; functional strain; mathematic evaluation.

При изучении медико-биологических проблем исследователи часто сталкиваются с трудностями анализа полученной информации. Однако, применение некоторых методик так называемого многофакторного анализа позволяет, переводя описательные значения полученных при исследовании результатов в условные числовые значения, проводить систематизацию данных и давать возможный прогноз развития той или иной ситуации [1]. Применение многофакторного математического анализа позволяет выявить межсистемные взаимоотношения в сформированной структуре, отражающие реакцию целостного организма студентов на комбинированное воздействие факторов (учебный процесс — среда обитания), выделить наиболее существенные факторы, определяющие уровень работоспособности организма, и спрогнозировать ее динамику в процессе жизнедеятельности [2].

Цель работы — дать сравнительную математическую оценку функционального напряжения организма казахстанских и иностранных студентов в динамике учебного процесса.

Материалы и методы исследования. Объект исследования — казахстанские и иностранные (Индия, Пакистан) студенты медицинского университета. Всего обследовано 89 студентов.

Физиологические и психометрические исследования включали: 1) измерение роста, массы тела, вычисление индексов массы тела (ИМТ) и физического состояния (ИФС); 2) изучение индивидуально-психологических особенностей учащихся (по Г.Д. Айзенку, 1992 г.), личностной (ЛТ) и реактивной (РТ) тревожности (по Ч.Д. Спилбергеру, Ю.Л. Ханину); 3) субъективная оценка самочувствия, активности и настроения с помощью теста САИ; 4) измерение систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального да-

вления, частоты сердечных сокращений (ЧСС), подсчет индекса Руфье-Диксона; 5) математический анализ сердечного ритма по Р.М. Баевскому; 6) измерение показателей функционального состояния умственной работоспособности (корректирующая таблица В.Я. Анфимова) с вычислением количества просмотренных (КПЗ) и найденных (КНЗ) знаков, индекса внимания.

Статистическая обработка проводилась с помощью специальных статистических программ [4]. Для нахождения более адекватных корреляционных зависимостей были использованы интегральные уравнения, выражающие тенденции в виде полиномов (парабол) трех степеней, позволяющие находить от линейных зависимостей до S-образных кривых с двумя и более перегибами [4]. Доля влияния входных факторов (возраст, ИФС, ИМТ) на физиологические показатели оценивались по представленной методике [5]. Полученные в результате расчета парные коэффициенты корреляции применялись для оценки доли влияния входных аргументов на выходные показатели функции (использовались только достоверные значения коэффициентов корреляции при $p < 0,05$). По полученным зависимостям строились уравнения множественной регрессии, достоверность которых оценивалась по коэффициенту множественной корреляции и критерию Фишера с оценкой их статистической значимости ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. При анализе результатов выявлены существенные различия в адаптации студентов к образовательной деятельности в зависимости от места постоянного жительства. Об этом свидетельствует вклад комплекса факторов в общую дисперсию (ее весомость). Поскольку общая дисперсия есть сумма квадратов коэффициентов корреляций между аргументом (воздействующим фактором) и на-

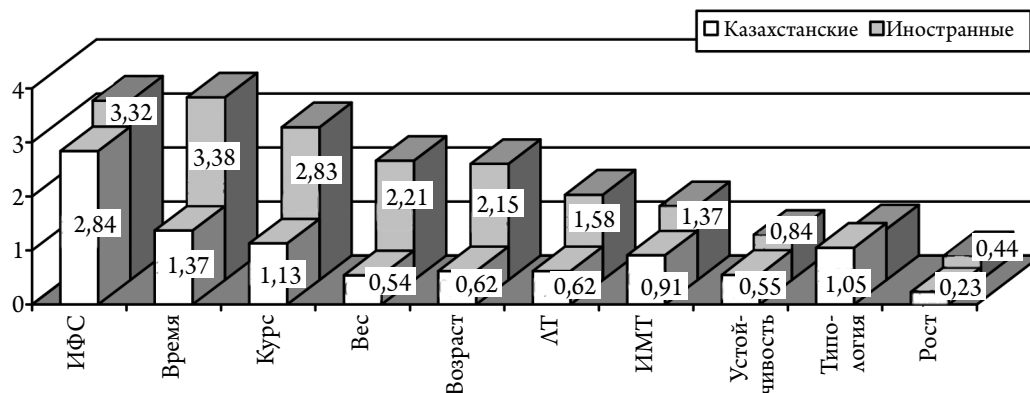


Рис. 1. Абсолютные значения дисперсии факторов у казахстанских и иностранных студентов

блюдаемыми функциями (физиологическими показателями) — это своеобразная величина, определяющая весомость воздействующего фактора, его значимость в формировании уровня функционального напряжения организма.

Из дисперсионного анализа видно (рис. 1), что ведущим фактором, влияющим на уровень функционального состояния организма студентов, является ИФС, дисперсия которого у иностранных студентов составляла 3,32 усл. ед., у казахстанских — 2,84 усл. ед. Следовательно, у студентов уровень функционального напряжения в процессе обучения в большей степени обусловлен физическим компонентом, и он значительно выше у иностранных студентов.

О высоком уровне функционального напряжения в динамике учебного процесса у иностранных студентов свидетельствуют более высокие значения дисперсии различных факторов, несмотря на их убывающее снижение, значительно превышающие значения у казахстанских студентов. Так, вторым по значимости был фактор «время», характеризующий уровень функционирования систем организма в динамике учебного дня, и если у казахстанских студентов дисперсия составляла 1,37 усл. ед., то у иностранных она была существенно выше и составляла — 3,38 усл. ед. На третьем месте был фактор — «курс», характеризующий длительность обучения студента в годах. Он составлял у казахстанских студентов 1,13 усл. ед., а иностранных — 2,83 усл. ед. У казахстанских студентов дисперсия остальных факторов была ниже единицы, вследствие чего их статистическая значимость существенно снизилась, в то время как у иностранных студентов статистическая значимость вклада у ряда факторов в общую дисперсию сохранялась. Далее шли по мере убывания такие факторы как вес (2,21 усл. ед.), возраст (2,15 усл. ед.), ЛТ (1,58 усл. ед.), индекс массы тела (1,37 усл. ед.). Все это свидетельствует о том, что уровень функционального напряжения у иностранных студентов в процессе учебы выше, чем у казахстанских студентов.

Анализ соотношения числа линейных и нелинейных коэффициентов корреляций выявил особенности реагирования организма студентов в процессе адаптации к образовательной деятельности (рис. 2). Высокая активность функциональных систем организма казахстанских студентов в большей степени проявлялась нелинейными реакциями физиологических показателей в ответ на воздействие факторов учебного процесса, о чем свидетельствует преобладание числа нелинейных коэффициентов корреляций над линейными (61/22). Отмечающиеся преимущественно нелинейные зависимости свидетельствуют о менее активном прямом воздействии факторов: скорее всего речь идет о комбинированном и сочетанном влиянии дополнительных, сопутствующих факторов, выявление которых возможно с помощью более сложных математических методов [3]. У иностранных студентов также отмечалось незначительное превышение нелинейных связей над линейными (61/54). Однако, общее число корреляци-

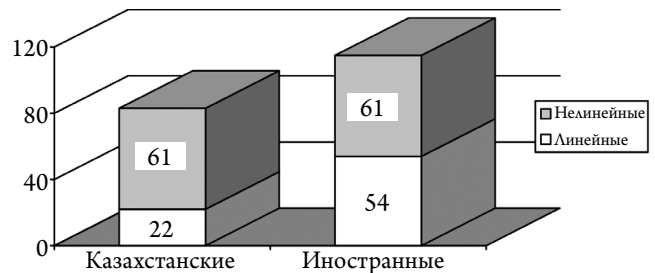


Рис. 2. Соотношение линейных и нелинейных коэффициентов корреляции у казахстанских и иностранных студентов

онных связей у иностранных студентов значительно превышало значения у казахстанских студентов (115 и 83 соответственно). Следовательно, полученные при обследовании казахстанских студентов результаты корреляционного соотношения в большей степени свидетельствуют об отсутствии прямого влияния факторов служебной деятельности и наличии более сложного механизма взаимодействия воздействующих факторов на аргументы, т. е. физиологические показатели, по которым оценивается общее функциональное состояние на момент обследования. У иностранных студентов отмечалось приблизительно равное соотношение как прямого, так и опосредованного воздействия факторов, сопутствующих образовательному процессу, а большие общие количественные значения говорят о более интенсивном протекании адаптационного процесса.

Оценка по отдельным факторам количественного соотношения линейных/нелинейных зависимостей показала (рис. 3), что у казахстанских студентов отмечалось почти по всем факторам значительное преобладание нелинейных зависимостей над линейными. Исключение составлял фактор ИФС, по которому отмечалось превышение линейных коэффициентов корреляции над нелинейными (8/6), что свидетельствовало том, что роль физического компонента на адаптивные способности юношей в большей мере определялась прямыми ответными реакциями организма. Подобное отмечалось и у иностранных студентов, только в более выраженной форме (12/6). У иностранных студентов подобного единообразия не отмечалось. Так если у факторов ИФС, «Время», «Курс», ЛТ, отмечалось превышение линейных связей над нелинейными, то у факторов «Вес», «Возраст», ИМТ, «Устойчивость» (устойчив/неустойчив), «Типология» (экстраверт/интроверт) отмечалась противоположная тенденция — превышение нелинейных связей над линейными. Подобная разносторонняя картина соотношения корреляционных связей свидетельствует о более высокой психофизиологической «цене» адаптации организма иностранных студентов к образовательному процессу и всем сопутствующим факторам.

Анализ доли вклада различных физиологических систем показал (рис. 4), что у казахстанских сту-

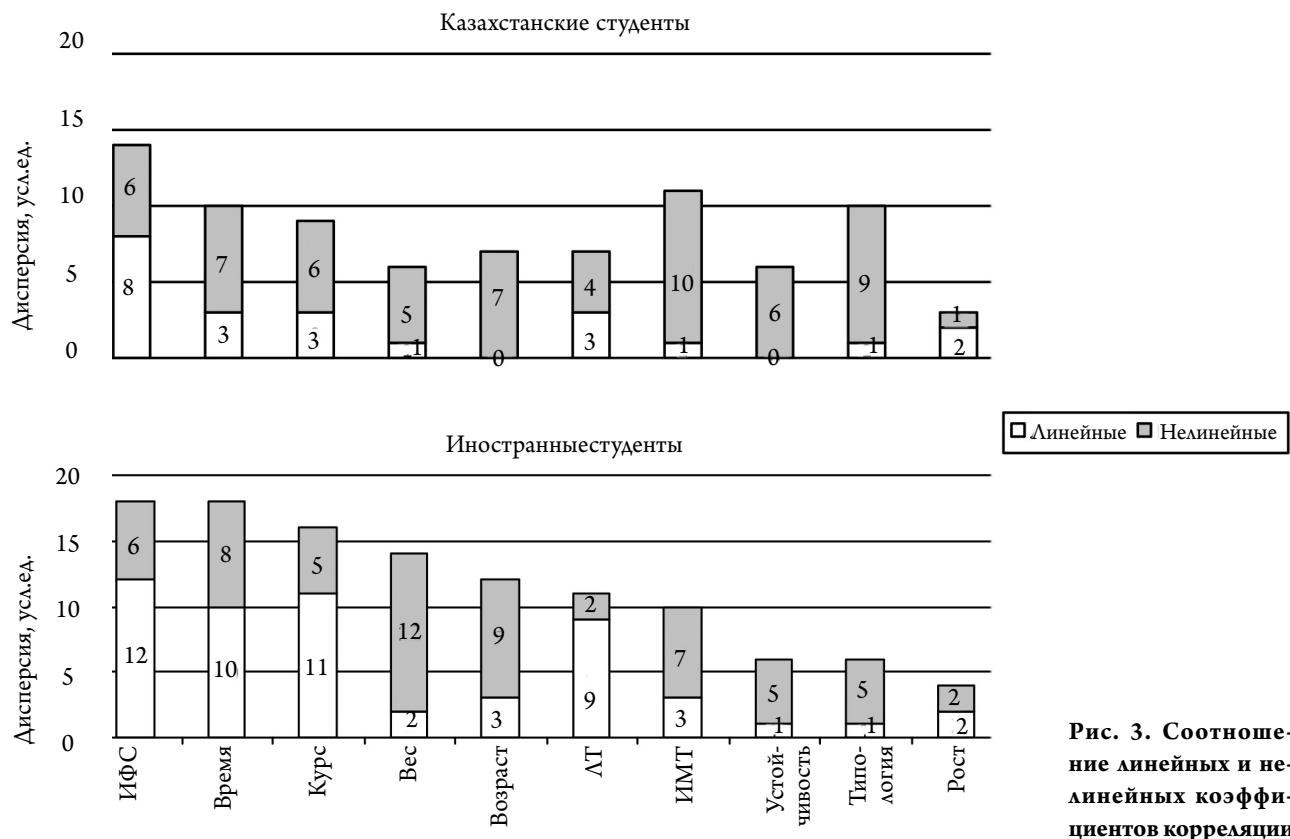


Рис. 3. Соотношение линейных и нелинейных коэффициентов корреляции

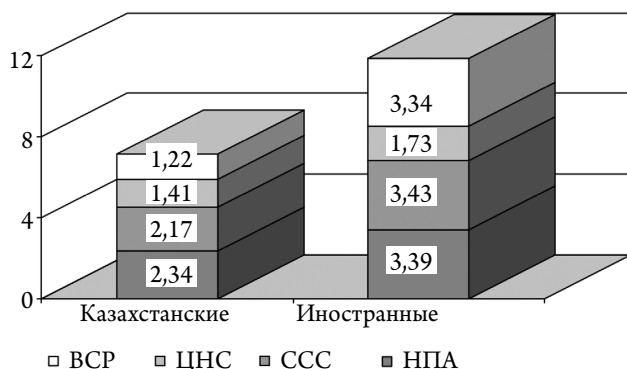


Рис. 4. Влияние различных физиологических систем на уровень функционального напряжения организма казахстанских и иностранных студентов

дентов большая активность отмечалась у НПА, где общая дисперсия по показателям, характеризующим нервно-психическую активность, составляла 2,34 усл. ед. (32,8%), далее с небольшим отрывом следовала сердечно-сосудистая система (ССС) — 2,17 усл. ед. (30,4%), третьей по значимости была ЦНС — 1,41 усл. ед. (19,7%) и замыкают ряд показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР), которые отражают уровень напряжения регуляторного аппарата — 1,22 усл. ед. (17,1%). У иностранных студентов очередность активности различных систем была иная. На первом месте была ССС — 3,43 усл. ед. (29,1%), на втором нервно-психическая активность — 3,39 усл. ед. (28,8%), на третьем — ВСР —

3,34 усл. ед. (27,5%) и на последнем с большим отрывом — ЦНС — 1,73 усл. ед. (14,6%). Следовательно, в успешности адаптивного процесса у казахстанских студентов большую роль играли НПА и ССС, в то время как у иностранных студентов активно функционировал в относительно равной мере «триумвират» — НПА, ССС и ВСР.

Проведенный в дальнейшем многофакторный регрессионный анализ позволил описать выявленные корреляционные зависимости в виде уравнений регрессий.

В частности, для иностранных студентов было составлено уравнение, куда вошли статистически значимые показатели: САД, ДАД, КНЗ и коэффициент вариации (CV) кардиоинтервалографии. Полученное уравнение имело вид:

$$Y = 1,05 + 0,469 \times \text{САД} - 0,41 \times \text{ДАД} - 0,77 - \text{КНЗ} - 0,3 \times \text{CV} \quad (1)$$

Проведенный анализ показал высокую статистическую значимость полученного уравнения ($r = 0,824$, $F = 5,4$ при $p > 95\%$).

Для получения значения расчетного показателя Y нужно подставить значения показателей, входящих в уравнение регрессии, и провести несложные арифметические операции (1). Если показатель Y меньше или равен 20, то уровень функционального напряжения организма оценивается как оптимальный (норма), если в пределах 21–30 — напряжение

Таблица

Пример расчета уровня напряженности по формуле 1

ФИО	САД	ДАД	КНЗ	CV, %	Расчетный Y	Оценка
Сайни Б.	90	65	43	4,11	12,6	Норма
Лаксман К.	95	60	37	8,98	21,5	Напряжение
Нисар А.	120	80	23	10,15	38,7	Срыв

(напряжение), если более 30, то перенапряжение (срыв).

В таблице показан пример расчета интегрального показателя уровня напряжения организма иностранных студентов.

Таким образом, используя приведенную математико-вероятностную методику, можно прогнозировать риск развития функционального напряжения у студентов в процессе обучения в зависимости от влияния различных факторов. По аналогии с приведенной методикой можно разрабатывать прогностические коэффициенты в иных областях при проведении медико-биологических исследований у учащихся различных образовательных учреждений.

Выводы:

1. Использование математических методов оценки позволило установить наличие у иностранных студентов более высокого уровня функционального напряжения организма в динамике учебного процесса, который в большей степени обусловлен физическим компонентом — индексом физического состояния. При этом «цена» психофизиологической адаптации у иностранных студентов выше, чем у казахстанских студентов.

2. У казахстанских студентов по результатам корреляционного соотношения, выявлено отсутствие прямого влияния факторов образовательной деятельности и наличие более сложного механизма взаимодействия воздействующих факторов на физиологические показатели.

3. Использование метода многофакторного корреляционно-регрессионного анализа позволило расчетным методом получить интегральные показатели, характеризующие уровень функционального напряжения организма иностранных студентов, что позволяет оперативно оценить и прогнозировать уровень функционального напряжения в процессе учебы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов С.В. // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. — 2010. — №11. — С. 29–30.
2. Маркина Л.Д., Маркин В.В. — М.: Медицина — Здоровье. — 2005. — Т. 1. — С. 197.
3. Смагулов Н.К., Голобородько Е.А. // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер.: биология и экология. — 2009. — №15. — С. 45–53.
4. Смагулов Н.К., Кулыбаев Г.А. // Монография. — Алматы: «Фылым», 1993. — 129 с.
5. Смагулов Н.К., Мухаметжанов А.М. // Мед. труда и пром. экология. — №11. — 2014. — С. 33–36.

REFERENCES

1. Kozlov S.V. // Izbrannye voprosy sudebno-meditsinskoj ekspertizy. — 2010. — 11. — P. 29–30 (in Russian).
2. Markina L.D., Markin V.V. — Moscow: Meditsina. Zdorov'e, 2005. — 1. — P. 197 (in Russian).
3. Smagulov N.K., Goloborod'ko E.A. // Vestn. Tverskogo gos. universiteta. Seriya: biologiya i ekologiya. — 2009. — 15. — P. 45–53 (in Russian).
4. Smagulov N.K., Kulkybaev G.A. Monograph. — Almaty: «Fylym», 1993. — 129 p. (in Russian).
5. Smagulov N.K., Mukhametzhonov A.M. // Industr. med. — 2014. — 11. — P. 33–36 (in Russian).

Поступила 18.05.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Смагулов Нурлан Кемельбекович (Smagulov N.K.),
проф. каф. гиг. питания, общ. гиг. и экологии КГМУ, д-р
мед. наук. E-mail: msmagulov@yandex.ru.
Адилбекова Айнура Акыновна (Adilbekova A.A.),
преподаватель каф. КГМУ. E-mail: adi-ainura@mail.ru.
Сабиден Гулим Сакеновна (Sabiden G. S.),
преподаватель каф. КГМУ. E-mail: sabiden@inbox.ru.