

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

## A STUDY OF MANDIBULAR DENSITY IN CANCER PATIENTS

**I. Shelegova  
N. Nurieva  
A. Privalov  
D. Vazhenina**

**Summary.** The aim of the study was to investigate the density of the mandible in cancer patients on CT according to the author's method and to compare the results obtained with the data of other authors. The retrospective cohort study included 45 cancer patients aged 26–81 years (mean age  $55 \pm 12.88$  years). Patients underwent standard PET — CT studies in the «whole body» mode, the density of the mandible in frontal and lateral regions was investigated on CT. **Conclusions.** In women, the mean mandibular density in the frontal region was  $660 \pm 63.9$  HU, in the lateral regions  $596 \pm 89$  HU and  $606 \pm 95$  HU. In males, the mean mandibular density in the anterior region was  $659 \pm 69$  HU, in the lateral regions  $581 \pm 76$  HU and  $581 \pm 68$  HU. The mandibular density measurements obtained corresponded to D3 class and did not differ from those obtained by other investigators using cone beam computed tomography.

**Keywords:** osteomodifying agents, bisphosphonates, bone metastases, optical density, zoledronic acid, mandible, oncology.

### Актуальность

В современной стоматологии широко используется денситометрия при проведении конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), в онкологии прослеживается новая тенденция — исследование плотности челюстей при помощи ПЭТ-КТ. Мы проанализировали отечественные и зарубежные источники литературы, посвященные исследованию плотности органов челюстно-лицевой области на ПЭТ и КЛКТ, по ключевым словам, в электронных библиотеках «Elibrary»

**Шелегова Ирина Георгиевна**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России  
irina-stomat@rambler.ru

**Нуриева Наталья Сергеевна**

доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»  
Минздрава России  
irina-stomat@rambler.ru

**Привалов Алексей Валерьевич**

доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»  
Минздрава России

**Важенина Дарья Андреевна**

главный научный сотрудник, ФГБУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова Минздрава России  
доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»  
Минздрава России

**Аннотация.** Цель исследования — исследовать плотность нижней челюсти у онкологических пациентов на КТ по авторскому способу и сравнить полученные результаты с данными других авторов. В ретроспективное когортное исследование вошли 45 пациентов с онкологическим заболеванием в возрасте 26–81 лет (средний возраст  $55 \pm 12,88$  года). Пациентам проводилось стандартное ПЭТ — КТ исследования в режиме «все тело», на КТ исследовалась плотность нижней челюсти во фронтальном и боковых отделах. **Выводы.** У женщин средняя плотность нижней челюсти во фронтальном отделе составила  $660 \pm 63,9$  HU, в боковых отделах  $596 \pm 89$  HU и  $606 \pm 95$  HU. У мужчин средняя плотность нижней челюсти во фронтальном отделе составила  $659 \pm 69$  HU, в боковых отделах  $581 \pm 76$  HU и  $581 \pm 68$  HU. Полученные измерения плотности нижней челюсти соответствовали D3 классу и не отличались от показателей, полученных другими исследователями при помощи конусно-лучевой компьютерной томографии.

**Ключевые слова:** остеомодифицирующие агенты, бифосфонаты, костные метастазы, оптическая плотность, золендроновая кислота, нижняя челюсть, онкология.

и «Pubmed». Следует отметить, что актуальными являются в настоящее время исследования плотности челюстей при заболеваниях пародонта и периапикальных воспалительных процессах, а также исследования плотности кости при медикаментозном остеонекрозе челюстей.

Общепринятой является классификация плотности костной ткани челюстей по Misch. Так, челюстная кость с оптической плотностью более 1250 HU — относится к D1 классу, 850–1250 HU — D2 класс, 350–850 — D3 класс, менее 350 — D4 класс [1].

Плотность костной ткани различна в 4 областях верхней и нижней челюсти. В переднем отделе НЧ средняя плотность костной ткани составляла  $944,9 \pm 207$  единиц Хаунсфилда (НУ), в переднем отделе ВЧ —  $715,8 \pm 190$  НУ, в дистальном отделе НЧ —  $674,3 \pm 227$  НУ, в дистальном отделе ВЧ —  $455,1 \pm 122$  НУ [2]. Наибольшая плотность кости  $559 \pm 208$  НУ установлена в переднем отделе НЧ, в переднем отделе ВЧ  $517 \pm 177$  НУ и в дистальных участках НЧ  $333 \pm 199$  НУ [3]. В исследовании плотности челюстей при дентальной имплантации были получены средние значения  $563-662$  НУ, наиболее часто встречался D1 и D2 типы костной ткани. Плотность костных тканей, окружающих имплантаты, находится в диапазоне от  $2624$  НУ до  $67$  НУ [4]. Среднее значение плотности в области жевательной группы зубов верхней челюсти составляет  $1536,0 \pm 97,9$  у. е., нижней челюсти —  $1673,0 \pm 102,7$  у. е. [5].

При заболеваниях пародонта уменьшается плотность костной ткани альвеолярных отростков челюстей с устойчивой зависимостью от тяжести заболевания [6]. Плотность костной ткани у пациентов с деструктивными процессами в челюстно-лицевой области достоверно ниже по сравнению с показателями плотности костной ткани лиц без патологии [7]. В очагах деструкции при хроническом апикальном периодонтите отмечено значительное снижение плотности в среднем на  $65,8$  у. е. в области фронтальных зубов и на  $62,5$  у. е. в области жевательной группы по сравнению с нормой [8]. При хроническом периодонтите плотность в очаге деструкции снижается более чем в два раза [9]. Значения оптической плотности зависят от степени тяжести периапикального деструктивного процесса [10]. Наблюдается снижение оптической плотности в области разреженной костной ткани альвеолярного отростка при наличии хронических одонтогенных очагов инфекции. Денситометрия альвеолярного отростка рассматривается в качестве составляющей комплексной оценки степени резорбции костной ткани [11].

Научным коллективом Н.Г. Виноградовой исследовалась плотность костной ткани при медикаментозном остеонекрозе челюстей. Типы кости D3, D4, D5 у пациентов, получающих терапию остеомодифицирующими агентами, более подвержены риску развития МОНЧ по сравнению с типами кости D1 и D2. При типе кости D3 в центральном отделе нижней челюсти средний показатель был равен  $571,25 \pm 90,64$  НУ, в области угла нижней челюсти  $509,94 \pm 118,6$  НУ [12].

Зарубежные исследователи изучали особенности визуализации остеомиелита челюсти с использованием ПЭТ-КТ с  $^{18}\text{F}$  фторидом и  $^{18}\text{F}$ -ФДГ. У пациентов был выявлен трабекулярный склероз в пораженной кости челюсти по сравнению со здоровой челюстью ( $560 \pm 328$  НУ против  $282 \pm 211$  НУ) [13]. Однако также отмечается,

что текущие методы оценки МОНЧ не имеют количественного согласования с течением заболевания и отсутствуют «конечные точки» МОНЧ в измерении костей [14]. Новой тенденцией в диагностике МОНЧ является использование ПЭТ-КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и ПЭТ-КТ с F-фторидом [15]. ПЭТ-КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ можно использовать для мониторинга эффективности лечения МОНЧ [16].

## Материалы и методы

В ретроспективное исследование были включены 45 пациентов с онкологическим заболеванием в возрасте 26–81 лет (средний возраст  $55 \pm 12,8$  лет). Состав по полу: 36 женщин (средний возраст  $55 \pm 12,9$  лет) и 9 мужчин (средний возраст  $54,5 \pm 13,5$  лет). Набор пациентов проводился на базе «Челябинского областного клинического центра онкологии и ядерной медицины». Срок проведения исследования: с сентября 2019 года по сентябрь 2023 года. Информация о диагнозах была получена из медицинских карт пациентов. Локализация злокачественного новообразования у исследуемых пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Локализация злокачественного новообразования у исследуемых пациентов

Диагноз	Частота, n	Валидный процент, %
Рак молочной железы	14	31,1
Рак матки	12	26,6
Лимфома	5	11,1
Рак яичников	4	8,9
Рак почки	2	4,4
Меланома	2	4,4
Рак легкого	2	4,4
Рак предстательной железы	1	2,2
Рак ротоглотки	1	2,2
Липосаркома	1	2,2
Хондросаркома	1	2,2

Распределение пациентов по стадиям онкологического заболевания: стадия I установлена у 4 пациентов, стадия II — у 7 пациентов, стадия III — у 16 пациентов, стадия IV — у 16 пациентов, стадия Tx — у 2 пациентов.

Всем пациентам был проведен стоматологический осмотр с определением интенсивности кариозного поражения (индекса КПУ без учета коронок) и потери жевательной эффективности (по Агапову). Также всем пациентам было проведено стандартное ПЭТ — КТ исследование на аппарате Siemens Biograph 40/64 в режиме «Whole Body» с радиофармпрепаратами  $^{18}\text{F}$  — ФДГ (44 пациента) и Na-F (1 пациент). Толщина среза составляла 2 мм. Согласно авторскому способу (патент RU

№ 2808009), на КТ измерялась плотность нижней челюсти на аксиальном срезе в 3 участках: в боковых участках в проекции премоляров (III и IV сегменты) и во фронтальном отделе в проекции срединной линии (рисунок 1). Искомая плоскость измерений находилась на 2–3 мм выше верхнего края ментального отверстия, диаметр участков измерения составлял 2,5–3,5 мм [17].

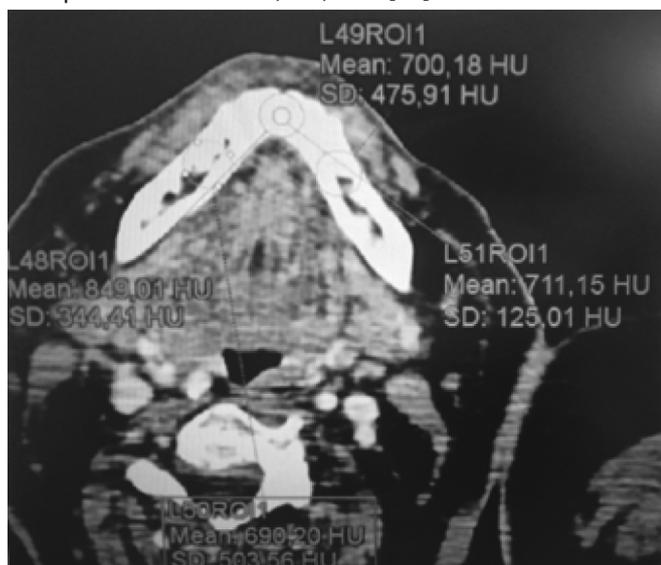


Рис. 1. Измерение плотности нижней челюсти на КТ во фронтальном и боковых отделах

Для обработки результатов исследования использовался статпакет «IBM SPSS Statistic 23».

### Результаты исследования

У исследуемых пациентов средний индекс КПУ (без учета коронок) составил 15,75 (SD=6,74); потеря жевательной эффективности (по Агапову) составляла, в среднем, 48,66 %.

Результаты измерения плотности челюсти во фронтальном и боковых отделах нижней челюсти у мужчин и женщин представлены в таблице 2 и 3.

Средние значения плотности нижней челюсти во фронтальном отделе, III и IV сегментах для возрастных групп 18–40 лет (n=8), 41–60 лет (n=19) и 61–81 (n=18) лет представлены на рисунке 3.

В таблице 4 представлены показатели плотности нижней челюсти у пациентов с раком молочной железы (n=14), раком матки (n=12), лимфомой (n=5) и раком яичников (n=4).

### Выводы

У женщин средняя плотность нижней челюсти во фронтальном отделе составила  $660 \pm 63,9$  HU, в боковых отделах  $596 \pm 89$  HU и  $606 \pm 95$  HU. У мужчин средняя плотность нижней челюсти во фронтальном отделе составила  $659 \pm 69$  HU, в боковых отделах  $581 \pm 76$  HU и  $581 \pm 68$  HU. Полученные результаты согласуются с ранее опубликованными данными денситометрического исследования пациентов с помощью КЛКТ [2,3,4,12]. При сравнении

Таблица 2.

Средние значения, среднеквадратические отклонения и 95 % доверительный интервал для среднего значения плотности нижней челюсти у мужчин (в условных единицах Хаунсфилда)

Область измерения плотности нижней челюсти	МУЖЧИНЫ			
	Среднее арифметическое, M	Среднеквадратическое отклонение, SD	95 % Доверительный интервал для среднего	
			Нижняя граница	Верхняя граница
Фронтальный отдел	659,14	68,95	606,14	712,15
III сегмент	581,79	76,09	523,30	640,28
IV сегмент	581,16	68,12	528,79	633,52

Таблица 3.

Средние значения, среднеквадратические отклонения и 95% доверительный интервал для среднего значения плотности нижней челюсти у женщин (в условных единицах Хаунсфилда)

Область измерения	ЖЕНЩИНЫ			
	Среднее арифметическое, M	Среднеквадратическое отклонение, SD	95 % Доверительный интервал для среднего	
			Нижняя граница	Верхняя граница
Оптическая плотность во фронтальном отделе	660,5600	63,94589	638,9238	682,1962
Оптическая плотность в III сегменте	596,8719	88,99955	566,7588	626,9851
Оптическая плотность в IV сегменте	606,9297	95,28933	574,6885	639,1710

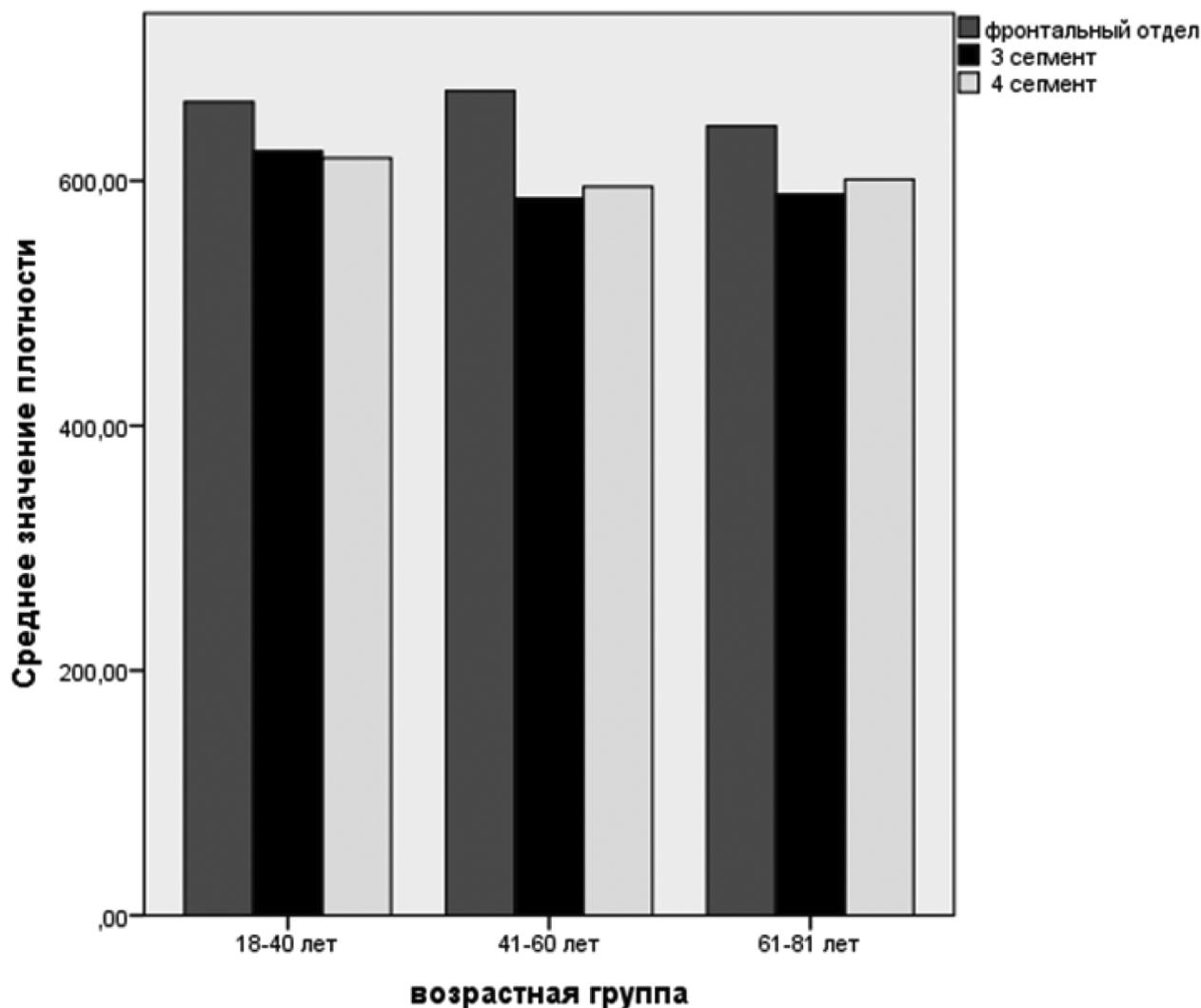


Рис. 2. Средние значения плотности нижней челюсти в различных возрастных группах (в условных единицах Хаунсфилда)

Таблица 4.  
Показатели плотности нижней челюсти в зависимости от диагноза (в условных единицах Хаунсфилда)

Диагноз	Плотность во фронтальном отделе, М (SD)	Плотность в III сегменте, М (SD)	Плотность в IV сегменте, М (SD)
Рак молочной железы	613,3 (65,46)	552,7 (38,3)	580,5 (54,8)
Рак матки	658,1 (75,7)	588,3 (77,1)	587,7 (105,1)
Лимфома	648,3 (109,5)	565,7 (160,3)	556 (146,9)
Рак яичников	664 (32,6)	610,2 (30,6)	640,8 (40,3)

с результатами ранее проведенного нами исследования не выявлено возрастных различий плотности нижней челюсти, что вероятно, связано с влиянием противоопухолевой терапии [18]. Не наблюдалось различий в средних значениях плотности нижней челюсти в зависимости от локализации онкологического заболевания, у всех пациентов выявлен D3 класс плотности костной ткани. Предложенный способ топографии участков нижней челюсти для измерения оптической плотности кортикального и трабекулярного вещества на сканах позитронно-эмиссионной томографии может быть рекомендован для измерения плотности нижней челюсти у онкологических пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Misch C.E., Degidi M. Five-year prospective study of immediate/early loading of fixed prostheses in completely edentulous jaws with a bone quality-based implant system // *Clinical implant dentistry and related research*. — 2003. — Vol. 5, № 1. — P.17–28.
2. Винниченко О.Ю. Методы оценки плотности костной ткани альвеолярного отростка челюстей и ее значение для увеличения срока функционирования протезной конструкции // *Стоматология*. — 2016. — Т. 95, № 4. — С. 83–86.
3. Shapurian T., Damoulis P.D., Reiser W.M. [et al.] Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index // *The international journal of oral & maxillofacial implants*. — 2006. — Vol. 21, № 2. — P. 290–297.
4. Яблоков А.Е. Оценка оптической плотности костной ткани при дентальной имплантации // *Российская стоматология*. — 2019.—№12(3). — С.8–13.
5. Юсупова А.Ф., Герасимова Л.П., Усманова И.Н., Сорокин А.П. Сравнительная характеристика показателей нормы оптической плотности костной ткани в периапикальной области у лиц молодого возраста // *Эндодонтия Today*. — 2018. — Т.16, №3. — С. 35–38.
6. Бондаренко Н.Н., Балахонцева Е.В. Измерение оптической плотности костной ткани альвеолярного отростка челюстей при заболеваниях пародонта с помощью трехмерной компьютерной томографии // *Казанский медицинский журнал*. — 2012. — №4. — С. 660–661.
7. Николаюк В.И., Кабанова А.А., Карпенко Е.А. Денситометрия в диагностике патологии челюстно-лицевой области // *Вестник ВГМУ*. — 2015. — Т. 14, № 5. — С. 114–120.
8. Когина Э.Н., Герасимова Л.П., Кабирова М.Ф., Саптарова Л.М. Применение метода оптической денситометрии в диагностике хронического апикального периодонтита // *Здоровье и образование в 21 веке*. — 2016.— №11(18). — С.36-39.
9. Сорокин А.П., Герасимова Л.П. Возможность оптической денситометрии при динамическом наблюдении больных с деструктивными формами хронического периодонтита // *Медицинский вестник Башкортостана*. — 2013. — Т. 8, № 1. — С. 64–66.
10. Угланов Ж.Ш., Жолдыбаев С.С., Мусаев А.Т. [и др.] Роль денситометрических исследований у больных с деструктивными процессами периапикальных тканей // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. — 2016. — № 4–4. — С. 716–720.
11. Лебедянцева В.В., Шевлюк Н.Н., Лебедянцева Т.В., Ханов И.А. Морфофункциональная характеристика костной ткани альвеолярных отростков (частей) в условиях хронической одонтогенной инфекции // *Журнал анатомии и гистопатологии*. — 2018. — Т.7, № 2. — С. 39–43.
12. Виноградова Н., Соломатина Л., Харитоновна М., Львов К., Борзунов Д. Оптическая плотность кости как прогностический фактор риска развития медикаментозно ассоциированного остеонекроза челюсти у пациентов с костными метастазами// *Гений ортопедии*. — 2020. — Т.4, № 26. — С.539–543.
13. Reinert C.P., Pfannenberг C., Dittmann H., Gückel B. [et al.] [18F] fluoride positron-emission tomography (PET) and [18F] FDG PET for assessment of osteomyelitis of the jaw in comparison to computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI): a prospective PET/CT and PET/MRI pilot study// *Journal of clinical medicine*. — 2022. — Vol. 11, № 14. — P.3998.
14. Gaudet C., Odet S., Meyer C. [et al.] Reporting criteria for clinical trials on medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ): a review and recommendations // *Cells*. — 2022. — Vol. 11, № 24. — P. 4097.
15. Reinert C.P., Pfannenberг C., Gatidis S. [et al.] 18F-fluoride PET/CT imaging of medication-related osteonecrosis of the jaw in conservative treatment—a case report // *Frontiers in oncology*. — 2021. — Vol.11. — P. 700397.
16. Kitagawa Y., Ohga N., Asaka T. [et al.] Imaging modalities for drug-related osteonecrosis of the jaw (3), Positron emission tomography imaging for the diagnosis of medication-related osteonecrosis of the jaw // *The Japanese dental science review*. — 2019. — Vol. 55, № 1. — P. 65–70.
17. Патент № 2808009 Российская Федерация. Способ топографии участков нижней челюсти для измерения оптической плотности кортикального и трабекулярного вещества на сканах позитронно-эмиссионной томографии: № 2023106556: заявл. 21.03.2023: опубл. 21.11.2023 / Шелегова И.Г., Нуриева Н.С.; патентообладатель ФГБОУ ВО ЮГМУ Минздрава России.
18. Нуриева Н.С., Шелегова И.Г., Важенина Д.А. Оценка качества кости во фронтальном отделе нижней челюсти у пациентов женского пола различных возрастов с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии // *Проблемы стоматологии*. — 2020. — Т. 16, № 3. — С. 83–89.

© Шелегова Ирина Георгиевна (irina-stomat@rambler.ru); Нуриева Наталья Сергеевна (irina-stomat@rambler.ru); Привалов Алексей Валерьевич; Важенина Дарья Андреевна  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»