Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 39898
ISSN 1680-1709

ББК 95.4
Ч-823

ВЕСТНИК ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. Я. ЯКОВЛЕВА

2011. № 2 (70). Ч. 1

Серия «Естественные и технические науки»

Учредитель
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-36709 от 01 июля 2009 г.)

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук
(решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6).

Главный редактор Г. Н. Григорьев

Заместитель главного редактора А. А. Шуканов

Ответственный секретарь И. А. Федянина

Редакционная коллегия:

Акимов А. П., Афанасьев В. В., Балыкин М. В., Боряев Г. И., Воронов Л. Н., Газизов М. Б., Герасимова Л. И., Димитриев А. Д., Димитриев Д. А., Зорина З. А., Ивлев Д. Д., Илларионов И. Е., Ильин Е. А., Ильина Н. А., Коновалова И. В., Константинов В. М., Миронов Б. Г., Митрасов Ю. Н., Насакин О. Е., Попов И. И., Радаев Ю. Н., Ситдиков Ф. Г., Скворцов В. Г., Столяров А. В., Сусликов В. Л., Тимофеев И. А., Усманов С. М., Филиппов Г. М., Яковлев Е. И.

Адрес редакции: 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38
Тел.: (8352) 62-08-71
E-mail: redak_vestnik@chgpu.edu.ru
www: http://vestnik.chgpu.edu.ru/

© ГОУ ВПО «Чувашский государственный
педагогический университет им. И. Я. Яковлева», 2011

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 612.111.7:612.115

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ СВЕРТЫВАНИЯ ТРОМБА В ПОТОКЕ ПЛАЗМЫ КРОВИ

EXPERIMENTAL RESEARCH OF SPATIAL DYNAMICS OF THROMBUS FORMATION IN BLOOD PLASMA FLOW

О. Э. Авилов, С. Г. Григорьев

O. E. Avilov, S. G. Grigoryev

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Исследовано формирование фибринового сгустка в потоке плазмы крови при помощи новой экспериментальной системы. Показано, что экспериментальный метод имеет диагностическую медицинскую силу, открыты новые свойства системы плазменного свертывания крови человека.

Abstract. The thrombus formation in blood plasma flow was studied with the help of new experimental system. It was shown that the experimental method has diagnostic medical abilities. New properties of the coagulation system were discovered.

Ключевые слова: *поток, свертывание, плазма крови, приборостроение, диагностика.*

Keywords: *flow, coagulation, blood plasma, instrumentation, diagnostics.*

Актуальность исследуемой проблемы. Повреждение кровеносных сосудов приводит к контакту структур эндотелия с кровью и формированию сгустка, покрывающего место повреждения и предотвращающего потерю крови. Образование тромба является сложным пространственно-временным процессом. В последние годы актуальными стали вопросы исследования биохимических реакций, ответственных за начало образования

тромба, увеличение его размеров, физических процессов (процессов диффузии и тока крови), влияющих на динамику роста тромба, а также проблемы, связанные с диагностикой патологий системы свертывания.

В настоящее время уже существует ряд экспериментальных моделей, позволяющих регистрировать образование тромбов как in vivo, так и in vitro [1], [3], [4], [5]. Все такие системы производят регистрацию растущего тромба либо из вида сверху, либо снизу на просвет, что не позволяет корректно судить о размере (т. е. о толщине) сгустка и скорости его роста как одного из ключевых параметров.

В этой связи целью работы явилось построение экспериментальной системы и исследование пространственной динамики роста тромба в потоке плазмы крови человека.

Материал и методика исследований. Для проведения экспериментов плазма приготавливалась стандартным образом из крови, взятой на антикоагулянте (3,8 % раствор цитрата Na, pH 5,5), соотношение кровь:цитрат составляло 9:1 [7]. После предварительного отделения эритроцитов плазму центрифугировали в течение 15 минут при 1600g и 10 минут при 10000g для удаления тромбоцитов. Сразу после приготовления pH в плазме стабилизировали в условиях контакта с атмосферным воздухом на уровне 7,2–7,4 путем инкубации в течение 60 мин с молочной кислотой. Перед началом эксперимента плазма рекальцифицировалась, т. е. концентрация ионов кальция в ней доводилась до физиологических значений с помощью раствора $CaCl_2$, сделанного на основе буфера 20 мМ HEPES, 140 мМ NaCl, pH 7,4.

Для уменьшения эффекта предактивации плазмы вследствие ее контакта с искусственными поверхностями в препарат плазмы добавляли ингибитор трипсина из зерен кукурузы (CTI) в конечной концентрации 0,2 мг/мл, рекальцификация плазмы проводилась «в потоке» при помощи Т-образного смесителя из полиэтилена высокого давления (Fisher Scientific). Образование сгустка инициировалось искусственно выращенным на мягкой подложке слоем клеток – фибробластами, как предложено ранее [6]. В работе использовалась культура клеток из легких человека. Фибробласты на своей поверхности покрыты белком тканевым фактором, который при контакте с плазмой крови запускает свертывание. Пленка с фибробластами крепилась с внутренней стороны канала, не изменяя при этом его геометрии. Для внутренних поверхностей был выбран полистирол как один из наиболее биологически инертных материалов [6]. Для уменьшения эффекта контактной активации полистироловые компоненты камеры являлись одноразовыми. Силиконовая прокладка изготовляется из коммерчески доступного силикона (Dow Corning).

В работе использованы препараты плазмы 47 нормальных анонимных доноров, у которых не было болезней свертывания крови. Кровь забирали на Станции переливания крови (СПК) ГНЦ РАМН.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование роста сгустка в новой экспериментальной системе при отсутствии потока показало, что полученные результаты не только качественно, но и количественно совпадают с результатами, полученными для системы без перемешивания (скорость роста сгустка составила 47,7±7,0 мкм/мин, за 10–20 мин в разных участках камеры возникали спонтанные сгустки). Было проведено около 400 экспериментов с плазмой крови нормальных доноров в условиях потока, у которых не было болезней крови. При проведении экспериментов варьировалась скорость потока, скорость сдвига при этом составляла от 0 до 3000 1/мин, поперечные размеры канала – 1x1 мм, длина канала – 87 мм. При обработке первичных данных измерялись следующие параметры:

• *время задержки свертывания* – в мин, время от начала эксперимента до начала роста сгустка, т. е. время, когда эксперимент уже идет, но формирования сгустка не наблюдается;

• *скорость роста сгустка в середине активатора*, в мкм/мин;

• *угол переднего фронта сгустка* – в градусах, измеренный на 40-й минуте эксперимента;

• *максимальная толщина сгустка* – в мм от границы канала, измеренная на 40-й минуте эксперимента.

Первые же эксперименты показали, что поток кардинальным образом влияет на формирование сгустка. Белки, или факторы свертывания, находятся в крови в достаточных для работы системы свертывания концентрациях. Однако для предотвращения ложного срабатывания системы свертывания и патогенного образования тромбов в произвольных местах факторы свертывания находятся в крови в неактивном состоянии. В процессе работы каскада свертывания и полимеризации фибрина факторы переводятся из неактивного в активное состояние. Активные факторы свертывания сносятся ниже по потоку, что сказывается на форме сгустка: он вытягивается вдоль канала ниже по потоку, у сгустка образуется своеобразный «хвост». Ранее не наблюдавшаяся особенность растущего в потоке сгустка состоит в том, что интенсивность светорассеяния регистрируемого сигнала оказывается выше вблизи монослоя с фибробластами (около 200 отн. ед.) по сравнению с его хвостовой частью (около 130–150 отн. ед.), что позволяет говорить о пространственно-неоднородной структуре фибринового сгустка.

На рис. 1 показана зависимость времени задержки от скорости сдвига: видно, что поток сильно ингибирует процессы полимеризации, что приводит к нелинейному ответу системы свертывания. Данные результаты получены для свободной от тромбоцитов плазмы. Весь массив экспериментальных данных можно условно разделить на два участка. На первом из них (от 0 до 700 мин$^{-1}$) – в пределах погрешности измерений роста времени – задержки не происходит (все значения укладываются в диапазон 0–12 мин). На втором, таком же по диапазону скоростей (от 700 до 1400 мин$^{-1}$), система свертывания постепенно перестает сопротивляться потоку, что приводит к нелинейному росту времени задержки в 7 раз. Следует отметить, что данное нелинейное поведение системы свертывания описано впервые. При скоростях потока более 500–700 мин$^{-1}$ время задержки представляет собой промежуток между началом эксперимента и инициацией свертывания. При задержке более 60 мин по физиологическим соображениям считаем, что свертывание в данном случае не начинается совсем, так как более 1 часа после начала эксперимента не начиналось формирование сгустка. Нетрудно видеть, что полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с теоретическими расчетами, выполненными А. М. Шибеко в ГНЦ РАМН [2].

Согласно полученным данным, давление потока оказывает ингибирующее влияние на каскадный процесс полимеризации, приводит к резкому (более чем на порядок) падению скорости роста сгустка, что позволяет говорить о влиянии гидродинамического фактора (а именно скорости потока) на скорость работы каскада биохимических реакций. Это для системы свертывания также является новым свойством, описанным впервые.

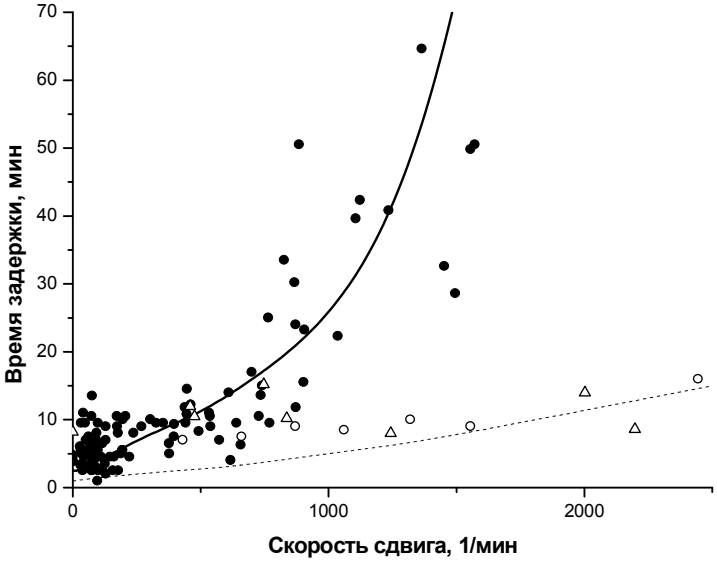


Рис. 1. ***Зависимость времени задержки от скорости потока***

На рис. 2 и 3 приведены зависимости угла переднего фронта сгустка и максимальной его толщины от скорости сдвига. Гиперболический характер снижения параметров говорит о том, что при увеличении скорости потока нелинейно увеличивается количество сносимых ниже по потоку от активатора активных факторов свертывания, что приводит к снижению скорости работы всего каскада свертывания – т. е. сгусток становится тоньше, более плоским, в результате чего уменьшается угол его переднего фронта. Таким образом, начиная со скоростей сдвига более 1500 мин$^{-1}$ время задержки теряет свой физиологический смысл, скорость роста тромба резко падает и можно говорить об эффекте «выключения» свертывания потоком.

Конечной стадией формирования фибринового сгустка является полимеризованная сеть фибриновых волокон, которые эффективно препятствуют проникновению через повреждение не только клеток крови, но и плазмы. При скоростях сдвига более 700 мин$^{-1}$ был обнаружен еще один новый для плазменного звена свертывания эффект, который заключается в росте сигнала светорассеяния внутри сгустка с течением времени после его формирования. Исследование проводилось в приактиваторной области канала. Удалось выделить три стадии в формировании сгустка: 1) отсутствие сигнала и как результат – отсутствие роста сгустка; 2) резкий подъем уровня сигнала светорассеяния – формирование тромба в исследуемой области; 3) плавный рост – плавное увеличение сигнала светорассеяния внутри сети полимеризовавшихся волокон фибрина. Поскольку сгусток является препятствием кровопотери, то неожиданным является тот факт, что приносимые с потоком факторы свертывания за счет диффузии попадают внутрь сгустка и продолжают процесс полимеризации, что, в свою очередь, приводит к монотонному росту сигнала. Данный факт является новым и, несомненно, заслуживает дальнейшего изучения.

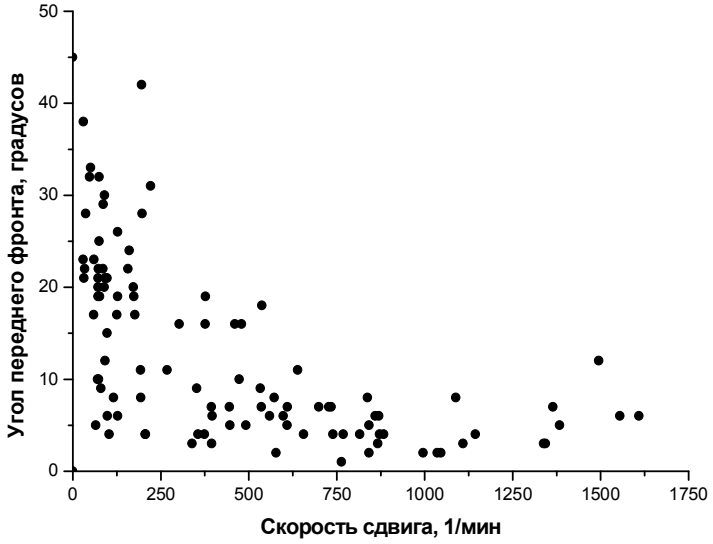


Рис. 2. ***Зависимость угла переднего фронта от скорости потока***

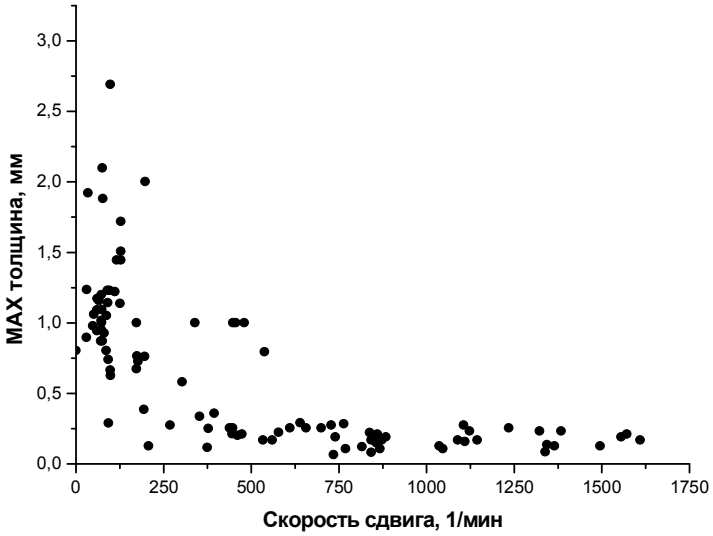


Рис. 3. ***Зависимость максимальной толщины сгустка от скорости потока***

Резюме. Установлено, что при росте скорости потока происходит нелинейное изменение параметров системы свертывания и ингибируется формирование сгустка потоком, а с определенной скорости образование этого сгустка потоком «выключается».

Построенный экспериментальный комплекс позволяет получать последовательные во времени изображения растущего сгустка, информацию о динамике роста тромба, обрабатывая полученные изображения, и открывает новые возможности по исследованию тромбообразования в потоке, позволяя получать не только фундаментальные сведения о формировании сгустка, но и в перспективе использовать их в прикладном направлении. Данная система может быть использована как клинический инструмент при измерении показателей системы свертывания (скорость роста сгустка, время задержки свертывания) для определения возможных отклонений от нормы у донора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Севастьянов, В. И.* Биосовместимость / В. И. Севастьянов. – М., 1999. – С. 367.

2. *Balasubramanian, V.* Platelets, circulating tissue factor, and fibrin colocalize in ex vivo thrombi: real-time fluorescence images of thrombus formation and propagation under defined flow conditions / V. Balasubramanian, E. Grabowski, A. Bini, Y. Nemerson // The American Society of Hematology. – 2002. – P. 58–81.

3. *Grabowski, E. F.* Platelet Aggregation in Flowing Blood at a Site of Injury to an Endothelial Cell Monolayer: Quantitation and Real-Time Imaging with the TAB Monoclonal Antibody / E. F. Grabowski // The American Society of Hematology. – 1990. – P. 46–64.

4. *Ovanesov, M. V.* Hemophilia A and B are associated with abnormal spatial dynamics of clot growth / M. V. Ovanesov, J. V. Krasotkina, L. I. Ul'yanova, K. V. Abushinova, O. P. Plyushch, S. P. Domogatskii, A. I. Vorob'ev, F. I. Ataullakhanov // Biochimica et Biophysica Acta. – 2002. – P. 25–49.

5. *Panteleev, M. A.* Spatial Propagation and Localization of Blood Coagulation Are Regulated by Intrinsic and Protein C Pathways / M. A. Panteleev, M. V. Ovanesov, D. A. Kireev, A. M. Shibeko, E. I. Sinauridze, N. M. Ananyeva, A. A. Butylin, E. L. Saenko, F. I. Ataullakhanov // Biophysical Journal. – 2006. – Vol. 90. – P. 1489–1500.

6. *Shahrokh, F.* Real-time in vivo imaging of platelets, tissue factor and fibrin during arterial thrombus formation in the mouse / F. Shahrokh, P. Gross, G. Merrill-Skoloff // Nature Medicine. – 2002. – Vol. 8 – № 10. – P. 39–64.

7. *Shinya, G.* Propagation of Arterial Thrombi / G. Shinya // Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. – 2004. – P. 2207–2208.

УДК 612.063

ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОПРЕПАРАТА «СЕЛЕНЕС+» В КОМПЛЕКСЕ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ЗАНЯТИЯМИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ АЭРОБИКОЙ НА ОРГАНИЗМ СТУДЕНТОК МЛАДШИХ КУРСОВ

THE COMBINED EFFECT OF THE BIOLOGICAL MEDICINE «SELENES+» AND HEALTH-IMPROVING AEROBICS ON THE ORGANISM OF FEMALE STUDENTS

Н. И. Анисимов[1], Н. В. Алтынова[2], А. А. Шуканов[1], Н. А. Кузьмина[1]

N. I. Anisimov[1], N. V. Altynova[2], A. A. Shukanov[1], N. A. Kuzmina[1]

[1]*ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары,*

[2]*Чебоксарский политехнический институт (филиал) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет»*

Аннотация. Научно обоснована эффективность воздействия сочетанного применения иммунокорректора и дополнительного комплекса физических упражнений на организм студенток 1–2 курсов.

Abstract. The effectiveness of the combined use of the immunocorrector and an additional complex of physical exercises on the organism of junior female students is scientifically proved in the article.

Ключевые слова: *студентки младших курсов, «Селенес+», соматометрические и респираторные показатели.*

Keywords: *junior female students, «Selenes+», somatometrical and respiratory indicators.*

Актуальность исследуемой проблемы. Студенческий возраст в онтогенетическом аспекте представляет собой период, когда заканчивается биологическое созревание человека и все морфофункциональные показатели достигают своих дефинитивных размеров. Поэтому качество здоровья в этот период служит контролем эффективности функционирования организма и позволяет упорядочить последовательную деятельность по оздоровлению подрастающего поколения [2], [3], [5].

В ракурсе современных психофизиологических и социологических исследований между правильно организованной физической деятельностью студента и его умственной нагрузкой существует тесная связь, обеспечивающая поддержание высокого уровня здоровья, работоспособности и успеваемости [1], [4], [6].

В этой связи целью нашей работы явилось изучение особенностей адаптации студенток младших курсов к условиям обучения в вузе с учетом использования биопрепарата и дополнительного комплекса физических упражнений.

Материал и методика исследований. Проведены две серии экспериментов и лабораторных исследований с участием 60 студенток в возрасте 17–20 лет ГОУ ВПО «ЧГПУ им. И. Я. Яковлева» в течение первого-четвертого учебных семестров (1–2 курсы).

По данным медицинского осмотра в МУЗ «Городская больница № 2» г. Чебоксары и индивидуального опроса исследуемые студентки были зачислены в основную медицинскую группу.

В обеих сериях экспериментов у студенток сравниваемых групп оценивали уровень физического развития (состояние здоровья). Для этого в начале (сентябрь, февраль), конце (декабрь, май) теоретического обучения, в периоды зимних (январь) и летних (июнь) экзаменационных сессий первого-четвертого учебных семестров проводили оценку соматометрических (рост, масса тела, индекс Кетле (ИК), весо-ростовой индекс (ВРИ), окружность грудной клетки (ОГК), жировой, костный, мышечный компоненты состава массы тела), физиометрических (силовой индекс ведущей кисти (СИ)) показателей и параметров дыхательной системы (жизненная емкость легких (ЖЕЛ), жизненный индекс (ЖИ)), а также определяли адаптационный потенциал (АП) сердечно-сосудистой системы учащейся молодежи. При этом девушки всех исследуемых групп занимались физической культурой в соответствии с программой для основной медицинской группы. Ровесницам II и III групп за 1 месяц до начала экзаменационных сессий (декабрь, май) назначали соответственно «Плацебо» и «Селенес+» согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ перорально по 1 драже ежедневно в комплексе с дополнительными занятиями оздоровительной аэробикой.

Занятия проводились 2 раза в неделю по 90 минут и включали следующие физические упражнения:

1) разминка (8–10 мин);

2) танцевальная степ-аэробика (40 мин);

3) комплекс специальных упражнений, направленный на развитие физических качеств (30 мин);

4) комплекс восстановительных и дыхательных упражнений (10–12 мин).

Результаты исследований и их обсуждение. Характер изменений массы тела у первокурсниц сравниваемых групп в целом соответствовал динамике их ростовых показателей, которая к концу 1 года обучения составила 51,33±1,29 – 52,53±1,18 кг (P>0,05).

Значения индекса Кетле, характеризующего физиологическую избыточность или недостаточность массы тела, находились в пределах колебаний физиологической нормы (18,85±0,62 – 19,84±0,68 у.е.) в соответствии с возрастом исследуемых студенток (17–20 лет). Причем минимальные значения изучаемого индекса имели студентки I (контрольной) группы, максимальные – ровесницы III группы в условиях применения «Селенес+» и дополнительного комплекса физических упражнений (P>0,05) .

Значения ВРИ у изучаемых первокурсниц от начала к концу учебного года волнообразно увеличивались от 319±9,6 – 333±6,8 до 337±4,3 – 348±8,0 г/см. Причем студентки III группы в течение второго семестра достоверно превосходили по данному параметру сверстниц остальных групп.

Выяснено, что показатели ОГК у исследуемых также увеличивались в возрастном аспекте (80,0±1,1 – 84,8±2,9 против 82,8±0,4 – 86,4±1,4 см). Следует отметить, что значения данного параметра в течение 1 года обучения у контрольных студенток были достоверно ниже, чем у их ровесниц экспериментальных групп, на 3,9–5,0 %.

Состав массы тела – соотношение ее компонентов: жировой, мышечной и костной массы – является одним из важнейших показателей морфофизического развития и состояния организма. Так, у испытуемых абсолютная величина жирового компонента в связи с их взрослением медленно снижалась от 10,9±0,3 – 12,5±0,1 до 10,8±0,2 – 12,0±0,3 кг.

При этом в конце 1 года обучения его максимальное значение было отмечено у студенток III («Селенес+» + дополнительный комплекс физических упражнений), а минимальное – II («Плацебо» + дополнительный комплекс физических упражнений) групп (P<0,05).

Характер изменений относительной величины жирового компонента всецело соответствовал динамике его абсолютной величины. Следует отметить, что у девушек опытных групп в условиях дополнительной двигательной активности происходило более выраженное снижение относительной величины жирового компонента в возрастном аспекте на фоне одновременного повышения массы тела.

Масса абсолютного мышечного компонента в течение 1 курса у изучаемых студенток постепенно нарастала от 19,6±0,3 – 21,6±0,2 до 20,2±0,2 – 23,1±0,1 кг. Причем студенческая молодежь III группы в конце первого семестра достоверно превосходила по данному параметру значения I и II групп на 1,6 и 2,9 кг, в конце второго семестра – на 2,0 и 2,0 кг соответственно.

Динамика относительной величины мышечного компонента всецело соответствовала его абсолютным показателям. Так, в конце второго семестра относительная величина мышечного компонента студенток III группы была выше, чем у ровесниц из контрольной группы, на 3,9 % (P<0,05).

Иная закономерность обнаружена в динамике абсолютного костного компонента. Так, у изучаемой молодежи его значения в течение первого и второго учебных семестров практически не изменялись (8,4±0,1 – 8,6±0,2 кг). Необходимо отметить, что показатели относительной величины костного компонента у первокурсниц сравниваемых групп изменялись пропорционально динамике массы их тела.

Одним из показателей физического развития является сила мышц. Для установления мышечной силы используют определение силы мышц кисти по силовому индексу кисти. Выявлено, что значения СИ у студенческой молодежи наблюдаемых групп волнообразно возрастали от начала 1 курса к его концу (44,9±2,2 против 54,9±1,4 %). При этом значения данного показателя у девушек II группы значительно превышали таковые сверстниц I и III групп как в конце первого, так и в конце второго семестров (P<0,05).

Важнейшим функциональным показателем физического развития является жизненная емкость легких. Так, показатели ЖЕЛ у изучаемых первокурсниц неизменно повышались от начала учебного года к его концу от 2720±60,4 – 2796±44,3 до 2792±69,0 – 2995±54,1 мл. Причем максимальные значения респираторного показателя у всех групп исследуемых студенток были зафиксированы в мае.

Иная закономерность имела место в характере колебаний ЖИ. Если у студенток контрольной группы по мере взросления он волнообразно повышался от 52,6±1,3 до 53,1±1,6, то у сверстниц II и III групп медленно понижался от 51,8±1,0 – 54,1±1,5 до 51,1±1,1 – 53,3±1,7 мл/кг (P>0,05).

Установлено, что АП, выражающий интегральный показатель адаптации организма студенток сравниваемых групп (рис. 1), снижался от начала первого к концу второго семестров (1,83±0,09 – 1,91±0,06 против 1,62±0,04 – 1,64±0,06 у. е.). Следует отметить факт превышения данного показателя у студенток II группы в конце 1 курса по отношению к контрольному параметру на 7,4 % (P<0,05). В предэкзаменационный период второго семестра у всех девушек значения АП были достаточно высокими, что свидетельствовало о напряжении механизмов адаптации. При этом студентки в условиях сочетанного применения препарата «Селенес+» и дополнительного комплекса физических упражнений испытывали меньшее напряжение.

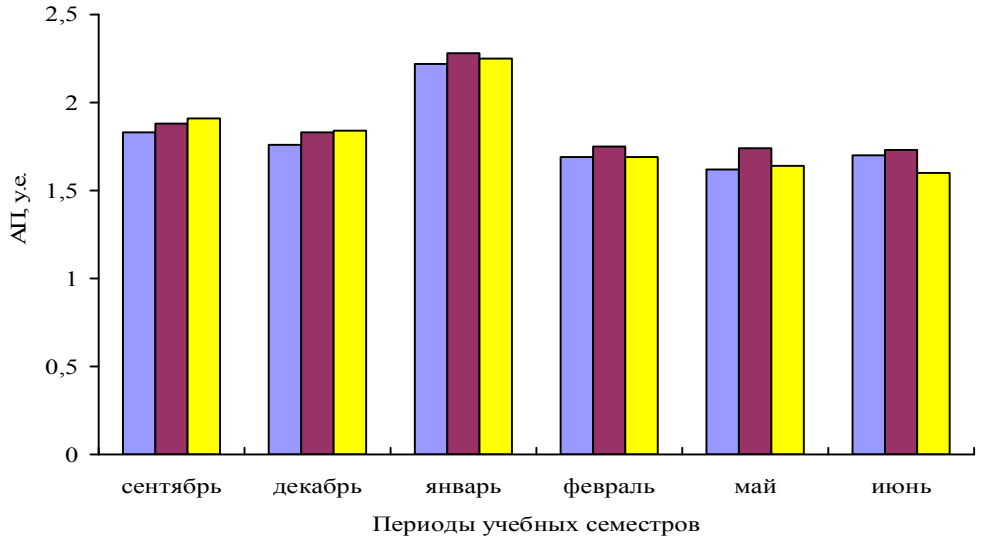


Рис. 1. ***Динамика значений АП у первокурсниц:***
I; II; III групп

Итак, экспериментально доказано положительное влияние дополнительных занятий оздоровительной аэробикой на антропометрический, дыхательный профили и состояние общего физического развития студенток 1 курса, что сопровождается достаточно эффективной реализацией морфофизиологических механизмов адаптации организма в процессе обучения в высшей школе, особенно у студенческой молодежи, в условиях применения биопрепарата.

В течение 2 года обучения (вторая серия исследований) у студенток сравниваемых групп рост и масса тела увеличивались от 164,26±2,917 – 165,57±1,596 до 166,01±3,726 – 166,48±2,980 см и от 50,82±2,365 – 53,47±1,838 до 52,35±2,424 – 55,02±2,728 кг соответственно (P>0,05).

Установлено, что ИК у изучаемых второкурсниц волнообразно повышался от начала экспериментов к их концу (18,83±0,704 – 19,26±0,920 – 19,03±0,861 – 19,99±1,095 у. е.) без достоверного различия в межгрупповом сопоставлении. Причем минимальные значения данного индекса наблюдались в периоды зимней и летней экзаменационных сессий.

Значения ВРИ у контрольных второкурсниц постепенно повышались в возрастном аспекте (337±6,4 против 341±5,6), у их ровесниц экспериментальных групп индекс практически не изменялся.

Установлено, что показатели ОГК медленно нарастали у девушек исследуемых групп (82,0±1,4 – 85,1±1,2 против 82,9±0,9 – 86,5±1,0 см). При этом значения ОГК второкурсниц II группы в обозначенные сроки наблюдений были выше контрольных значений на 3,5–4,3 % (P<0,05). Ровесницы III группы в конце четвертого учебного семестра также достоверно превосходили сверстниц I группы.

Установлено, что студенческая молодежь III группы во второй серии опытов превосходила ровесниц II группы по значениям абсолютной величины жирового компонента на 1,0–0,9 и 2,2–2,7 кг (P<0,05).

Характер изменений относительной величины жирового компонента соответствовал динамике его абсолютной величины.

Анализ динамики мышечной массы показал, что если значения абсолютного мышечного компонента у студенток III и I групп несколько увеличивались от начала к концу 2 курса (20,5±0,2 – 22,8±0,1 против 20,8±0,2 – 23,3±0,1), то у их ровесниц из II группы, напротив, снижались (от 20,8±0,7 до 20,6±0,1 кг). Причем девушки III группы по данному антропометрическому параметру превосходили сверстниц контрольной и II групп в конце теоретических обучений третьего и четвертого семестров на 2,3–2,5 и 2,0–2,7 кг соответственно (P<0,05).

Характер изменений относительной величины мышечного компонента всецело соответствовал динамике его абсолютной величины.

Динамика показателей СИ в основном коррелировала с характером изменений параметров ОГК. Выявлено, что девушки контрольной группы уступали по изучаемому индексу ровесницам II и III групп в течение 2 курса соответственно на 11,4–23,3 % и 5,1–16,9 % (P<0,05).

Иная закономерность обнаружена в динамике показателей ЖЕЛ, которая у изучаемых второкурсниц неизменно повышалась в возрастном аспекте от 2880±38,3 – 2940±41,2 до 3000±44,5 – 3250±37,2 мл. Кроме того, в сентябре, декабре, мае девушки, применявшие иммунокорректор в сочетании с дополнительным комплексом физических упражнений, достоверно превосходили по изучаемому параметру дыхательной системы сверстниц контрольной группы.

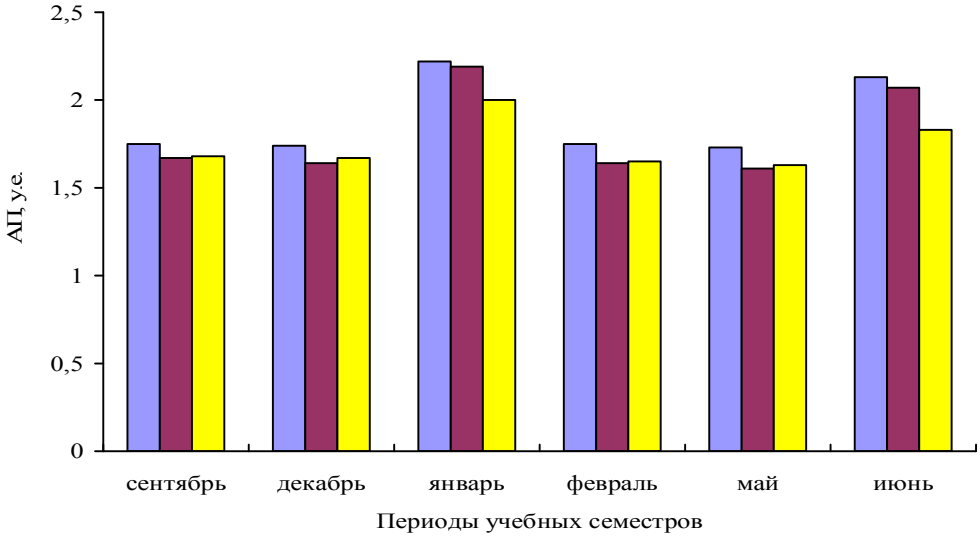


Рис. 2. ***Динамика значений АП у первокурсниц:***

I; ***II;*** ***III групп***

Установлено, что ЖИ у студенток всех групп волнообразно повышался от начала к концу 2 курса. При этом девушки контрольной группы в декабре, феврале и мае уступали сверстницам из II и III экспериментальных групп по исследуемому показателю на 5,6–12,7 и 4,9–5,9 % соответственно (P<0,05).

У студенческой молодежи 2 курса значения АП (рис. 2) несколько снижались от начала теоретического обучения в третьем семестре к концу теоретического обучения в четвертом семестре (1,68±0,03 – 1,75±0,03 против 1,61±0,01 – 1,73±0,05 у. е.). Максимальные значения параметра наблюдались в периоды как летней, так и зимней экзаменационных сессий. При этом студентки II группы по изучаемому интегральному показателю адаптации уступали сверстницам III и, особенно, I групп. Так, у девушек контрольной группы во все сроки наблюдений превышение параметров АП по отношению к ровесницам опытных групп составило соответственно 4,1–7,4 % (P<0,01) и 3,5–6,1 % (P<0,05).

Итак, экспериментальные данные, полученные во второй серии наблюдений, позволяют заключить, что прием студентками иммунокорректора нового поколения «Селенес+» в комплексе с дополнительными физическими упражнениями давал более выраженное физическое развитие, способствовавшее быстрой адаптации организма к условиям обучения в вузе.

Резюме. Исследованные физиолого-биохимические реакции, обеспечивающие рост, развитие, физическую зрелость, совершенствование сердечно-сосудистой и дыхательной системы, у студенческой молодежи 2 курса находились в причинно-следственной связи с состоянием их здоровья и коррелировали с разным уровнем двигательной активности.

Резистентные возможности организма у всех групп испытуемых студенток находились в пределах нормы и свидетельствовали об отсутствии срыва и напряжения механизмов адаптации. Однако оценка динамики значений АП показала, что во все сроки исследований у студенческой молодежи I и II групп они были более высокими, особенно в периоды обеих экзаменационных сессий (состояние стресс-чувствительности организма), а у ровесниц III группы – относительно низкими (состояние повышенной стресс-резистентности), обусловленными приемом биогенного соединения «Селенес+» в комплексе с дополнительными занятиями оздоровительной аэробикой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондаренко, Е. В.* Проблема оптимизации двигательной активности как компонента здоровой жизнедеятельности обучающихся в средней и высшей школе / Е. В. Бондаренко // Проблемы сохранения и укрепления здоровья молодого поколения. – М., 2008. – С. 25–27.

2. *Васильев, В. Н.* Комплексная программа коррекции нарушений адаптации студентов младших курсов / В. Н. Васильев, Д. А. Андреев, Н. И. Жукова, А. И. Нестеренко, И. Ю. Якимович // Мат. XX съезда физиол. общества им. И. П. Павлова. – М. : Издат. дом «Русский врач», 2007. – С. 172–173.

3. *Зубков, С. М.* Особенности адаптации организма студентов I–III курсов подготовительной группы к стандартным и дифференцированным программам физической подготовки : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / С. М. Зубков. – Челябинск, 2008. – 19 с.

4. *Литвинова, Н. А.* Роль индивидуальных психофизиологических особенностей студентов в адаптации к умственной и физической деятельности : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.13 / Н. А. Литвинова. – Томск, 2008. – 20 с.

5. *Хайруллина, А. Р.* Особенности адаптационных реакций на учебные нагрузки у студентов-спортсменов 18–20 лет : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / А. Р. Хайруллина. – Челябинск, 2006. – 22 с.

6. *Шунайлова, Н. Ю.* Изменения иммунных показателей в процессе адаптации к физической нагрузке : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Н. Ю. Шунайлова. – Казань, 2006. – 19 с.

УДК 612

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СТУДЕНТОК 1–2 КУРСОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА «СЕЛЕНЕС+» И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

PECULIARITIES OF MORPHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF THE FIRST- AND SECOND-YEAR STUDENTS, DEPENDING ON APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATION «SELENES+» AND ADDITIONAL PHYSICAL EXERCISES

О. П. Борцова, Т. А. Привалова, А. В. Панихина, А. А. Шуканов

O. P. Bortzova, T. A. Privalova, A. V. Panikhina, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Использование биогенного соединения «Селенес+» в сочетании с дополнительными физическими упражнениями оптимизирует морфофункциональное состояние студенток младших курсов.

Abstract. The use of biological preparation «Selenes+» in combination with additional physical exercises optimizes morphophysiological condition of the first- and second-year students.

Ключевые слова: *студентки младших курсов, «Селенес+», адаптация, морфофизиологическое состояние.*

Keywords: *1- and 2-year students, «Selenes+», adaptation, morphophysiological state.*

Актуальность исследуемой проблемы. Обучение в высшей школе требует от студентов значительного напряжения различных функциональных систем организма. Многочисленные научные исследования свидетельствуют о том, что у студентов переход к новым социальным условиям вызывает вначале активную мобилизацию, а затем истощение физических резервов организма, особенно в первые годы обучения [1], [3].

Двигательная активность является мощным оздоровительным фактором, расширяющим функциональные возможности различных физиологических систем. В настоящее время в студенческой среде наблюдается тенденция к снижению общей двигательной активности при увеличении объема движений локальных групп мышц, что негативно отражается на состоянии здоровья учащейся молодежи и предрасполагает к развитию многих заболеваний [2], [3].

Селен – эссенциальный микроэлемент, который входит в состав важнейших ферментов и гормонов и является одним из главных пищевых антиоксидантов. Проблема селенодефицита населения Российской Федерации, в том числе Чувашской Республики, с каждым годом приобретает все большую значимость. В связи с этим

актуальным является использование препаратов селена с целью коррекции его недостатка в рационе [4], [5].

Исходя из вышеизложенного, целью нашей работы является исследованиие физиологического статуса студенток младших курсов в условиях применения органического соединения «Селенес+» и дополнительных физических упражнений.

Материал и методика исследований. Проведены две серии экспериментов и лабораторных исследований с участием 30 студенток основной медицинской группы в возрасте 17–20 лет (по 10 человек в каждой группе) факультета естествознания и дизайна среды ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» в течение 1–4 учебных семестров. Студенткам 1–2 курсов за 1 месяц до начала экзаменационных сессий (декабрь, май) назначали «Плацебо» (II группа) и «Селенес+» (III группа) перорально по 1 драже ежедневно согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ. Ровесницы I группы «Плацебо» и «Селенес+» не принимали (контроль). При этом девушки всех исследуемых групп дополнительно занимались оздоровительной аэробикой 2 раза в неделю по 90 минут.

В обеих сериях экспериментов у студенток сравниваемых групп оценивали физиологическое состояние. Для этого в начале (сентябрь, февраль), конце (декабрь, май) теоретического обучения, в периоды зимних (январь) и летних (июнь) экзаменационных сессий 1–4 учебных семестров проводили оценку показателей антропометрии (рост, масса тела, индекс Кетле), биохимического профиля (концентрация селена в сыворотке крови) и сердечно-сосудистой системы (систолическое (САД), диастолическое (ДАД) артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС), пульсовое давление (ПД), индекс функциональных изменений (ИФИ), минутный объем кровотока (МОК)). В исследованиях применяли клинико-физиологические, биохимические и математические методы.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные, полученные в первой серии экспериментов, показали, что рост исследуемых студенток 1 курса увеличивался в возрастном аспекте от 161,45±3,05–162,40±2,07 до 162,57±2,49–163,26±1,10 см без достоверной разницы в межгрупповом сопоставлении. Масса тела у первокурсниц сравниваемых групп волнообразно менялась от 50,88±1,82 до 55,15±2,91 кг (P>0,05).

Значения индекса Кетле (ИК) варьировали в пределах физиологической нормы (19,08±0,50 – 21,13±0,82 у. е.) для девушек 17–20 лет (P>0,05).

Анализ параметров функционирования ССС показал, что САД у студенток сравниваемых групп имело тенденцию к росту от начала учебных семестров (сентябрь, февраль) к их концу (январь, июнь) от 110,20±2,28 – 112,80±1,87 до 118,30±0,97 – 119,50±0,64 мм рт. ст. (P>0,05).

Динамика значений ДАД всецело соответствовала характеру колебаний таковых САД. При этом у исследуемых девушек относительно высокие параметры ДАД наблюдались в начале теоретического обучения 1 семестра и в периоды обеих экзаменационных сессий.

ЧСС первокурсниц волнообразно менялась в ходе первой серии наблюдений от 72,50±4,48 – 73,60±3,22 в сентябре и феврале с повышением до 75,00±4,21 – 80,50±1,15 уд./мин в период экзаменов (P<0,05).

При изучении динамики значений ПД, отражающих функциональное состояние миокарда, у девушек сравниваемых групп была выявлена тенденция волнообразного увеличения показателей от 42,10±3,26 до 46,60±1,50 мм рт. ст. (P>0,05). Причем макси-

мальные значения ПД имели место в периоды как зимней, так и летней экзаменационных сессий.

При изучении значений МОК, характеризующих общее количество крови, выбрасываемое сердцем в аорту или легочную артерию в течение 1 мин, выявлено, что у исследуемых студенток они постепенно уменьшались в течение первого учебного года от 1682,71±283,17 – 2054,75±176,63 до 1084,88±140,76 – 1889,09±154,79 мл (P>0,05).

Расчет ИФИ, отражающего адаптационный потенциал организма, показал, что у наблюдаемых студенток в течение 1 и 2 учебных семестров он был менее 3,50 у. е., что подтверждает отсутствие срыва адаптации.

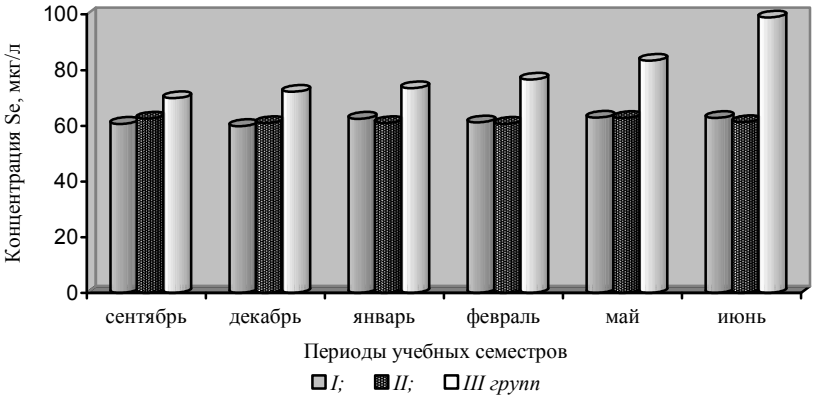


Рис. 1. ***Динамика уровня селена в сыворотке крови первокурсниц***

Биохимические исследования крови показали, что уровень селена в сыворотке крови первокурсниц I, II и III групп (рис. 1) в начале 1 учебного семестра (сентябрь) составил соответственно 60,70±3,83, 59,90±3,43 и 62,50±3,83 мкг/л. В период как зимней (январь), так и летней (июнь) экзаменационных сессий у студенток III группы он был достоверно выше по сравнению с таковым у их сверстниц из I и II групп, что обусловлено применением биогенного препарата «Селенес+».

На протяжении второго года обучения (вторая серия исследований) рост студенток сравниваемых групп продолжал увеличиваться по мере их взросления от 163,29±2,66 – 163,86±2,13 до 164,12±1,94 – 164,50±2,10 см (P>0,05). Масса тела второкурсниц варьировалась в пределах от 50,20±1,61 до 53,90±1,88 кг без достоверного межгруппового различия.

Значения ИК у исследуемой учащейся молодежи колебались от начала экспериментов к их концу в пределах 18,69±0,39 – 20,07±0,44 у. е. (P>0,05).

При изучении динамики артериального давления у второкурсниц выявлены повышенные значения САД и ДАД в периоды как зимней (январь), так и летней (июнь) экзаменационных сессий, что свидетельствует о напряженной деятельности ССС организма.

Аналогичная закономерность обнаружена в характере колебаний ЧСС. Значения этого параметра на втором году обучения достоверно менялись в диапазоне от 75,00±1,47 – 77,30±2,44 в межсессионные периоды до 79,80±1,11 – 80,30±1,32 уд./мин во время экзаменов.

Характер изменений ПД в целом соответствовал динамике ЧСС. При этом значения ПД в группе контроля в период как летней, так и зимней экзаменационных сессий превышали таковые у их сверстниц, принимающих «Селенес+» (P>0,05).

Выявлено, что у наблюдаемых студенток значения МОК волнообразно увеличивались по мере их взросления от 1414,94±162,57 до 1694,37±263,12 мл в I и II группах, в то время как у их ровесниц из III группы они, наоборот, снижались (2095,07±149,31 против 1741,34±143,15 мл; P>0,05).

Оценка колебаний значений ИФИ показала, что в периоды обеих экзаменационных сессий у девушек I и II групп они были более высокими (состояние напряжения механизмов адаптации) по сравнению с таковыми у ровесниц, принимавших «Селенес+».

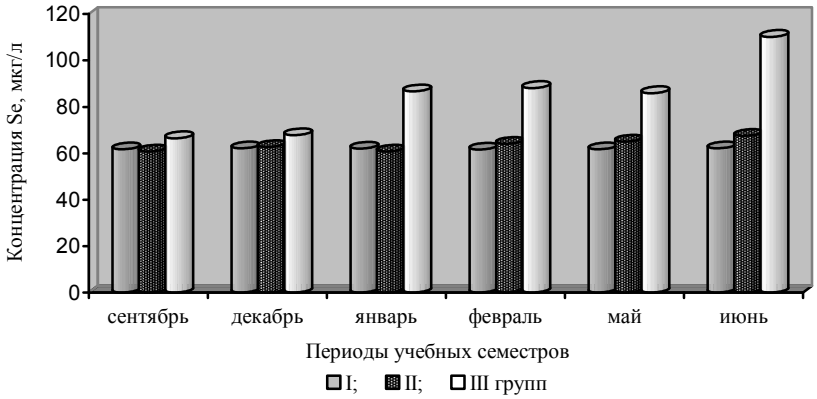


Рис. 2. ***Динамика уровня селена в сыворотке крови второкурсниц***

Установлено, что концентрация селена в сыворотке крови наблюдаемых учащихся (рис. 2) колебалась в пределах 60,80±3,37 – 66,50±3,27 – 61,60±5,05 – 108,90±6,29 мкг/л. Причем студентки III группы на всех этапах исследований имели достоверное превосходство над сверстницами контрольной группы по данному параметру.

Средние значения по изучаемым антропометрическим показателям, биохимической картине крови, параметрам функционирования ССС между студентками I и III групп занимали сверстницы II группы, принимавшие «Плацебо».

Резюме. Выявлена положительная корреляция между морфофизиологическим состоянием студенток младших курсов и назначением биопрепарата «Селенес+» в комплексе с оздоровительной аэробикой. В моделируемых экспериментальных условиях студентки III группы достоверно превосходили контрольных сверстниц к концу 2 курса по уровню селена в сыворотке крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаджанян, Н. А.* Здоровье студентов / Н. А. Агаджанян. – М. : Россия, 1997. – 300 с.

2. *Архипова, О. А.* Влияние физической нагрузки на секреторную функцию желудка и поджелудочной железы у студентов с различным тонусом вегетативной нервной системы : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.03.01 / О. А. Архипова. – Челябинск, 2010. – 23 с.

3. *Николаева, Е. Н.* Психофизиологические особенности адаптации студентов при обучении в вузе в условиях Севера : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Е. Н. Николаева. – Якутск, 2006. – 27 с.

4. *Решетник, Л. А.* Биогеохимическое и клиническое значение селена для здоровья человека / Л. А. Решетник, Е. О. Парфенова // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т. 2. – Вып. 2. – С. 2–8.

5. *Паршукова, О И.* Селен и его функции у жителей Европейского Севера : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / О. И. Паршукова. – Сыктывкар, 2008. – 19 с.

УДК 612.84+373.3

КОРРЕКЦИЯ ТРУДНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКА ЧТЕНИЯ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ БИНОКУЛЯРНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

CORRECTION OF DIFFICULTIES IN FORMATION OF JUNIOUR PUPILS' READING SKILLS IN THE PROCESS OF BINOCULAR VISUAL FUNCTIONS' DEVELOPMENT

Н. Н. Васильева

N. N. Vasilyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Выявлены особенности бинокулярного зрения у детей 8 лет, имеющих трудности при чтении. Показана целесообразность проведения дополнительных коррекционных занятий, направленных на развитие бинокулярных зрительных функций у младших школьников с трудностями формирования навыка чтения.

Abstract. Peculiarities of binocular vision of the 8 year-old children with difficulties in reading were found out. It was recommended to make additional correction work aimed at binocular visual functions' development for the junior schoolchildren with difficulties in reading skills' development.

Ключевые слова: *бинокулярное зрение, дети, испытывающие трудности при чтении, коррекция.*

Keywords: *binocular vision, children with difficulties in reading, correction.*

Актуальность исследуемой проблемы. Одной из проблем современной школы является рост количества учеников, сталкивающихся с трудностями в обучении. Среди них до 10–30 % имеют нарушения чтения и письма.

М. Н. Русецкая отмечает, что если приемы преодоления нарушений письма отработаны и широко используются, то специальные методики коррекции нарушений чтения практически отсутствуют. Более того, использование известных традиционных способов психолого-педагогической коррекции далеко не всегда дает устойчивый положительный результат [8]. Эти факты указывают на необходимость более глубокого изучения механизмов, лежащих в основе нарушения чтения, а также разработки эффективных подходов к коррекции трудностей формирования навыка чтения у младших школьников.

В настоящее время установлено, что успешность формирования навыков чтения и письма зависит не только от уровня развития устной речи, сформированности фонематического восприятия, звукового анализа и синтеза, лексико-грамматических представлений, но и от состояния зрительной сферы и отдельных зрительных механизмов, развития зрительно-пространственного восприятия [1], [4], [8], [9]–[15]. К числу важных зрительных механизмов относятся бинокулярные, полноценное развитие которых необходимо

для качественного восприятия трехмерного пространства, выполнения зрительно-моторных задач, осуществления более точного управления движениями. Недостаточная сформированность бинокулярных зрительных функций, обусловливая несовершенство начальных базовых этапов восприятия, может затруднять выделение информативных признаков, замедлять процесс формирования образов, что неизбежно влечет за собой снижение скорости, точности и дифференцированности восприятия.

В связи с вышеизложенным определенный интерес представляет исследование бинокулярных зрительных функций у младших школьников, имеющих трудности в овладении навыком чтения, и проведение цикла коррекционных занятий, направленных на развитие и укрепление бинокулярных механизмов у данной категории детей. На наш взгляд, это обеспечит переход на новый уровень функционирования бинокулярной зрительной системы и окажет воздействие на процесс формирования навыка чтения у младших школьников.

Материал и методика исследований. Работа выполнялась на базе СОШ № 59 г. Чебоксары. В исследовании приняли участие учащиеся вторых классов (средний возраст 8 лет 4 мес.), обучающиеся по традиционной программе массовой школы.

На начальном этапе исследования провели анализ медицинских карт, логопедическое обследование в школьном логопункте и оценку сформированности навыка чтения. Учащиеся, имеющие сниженную остроту зрения, явные дефекты слуха и симптомы недоразвития устной речи, в исследованиях не участвовали.

Оценка чтения основывалась на подходах, разработанных А. Н. Корневым [4] и М. Н. Русецкой [8]. Фиксировали среднюю скорость чтения (количество слов, прочитанных за минуту), правильность чтения (количество ошибок на 100 прочитанных слов), способ чтения (чтение целыми словами и слогами, чтение по слогам, чтение по буквам). В дополнение к оценке техники чтения использовали метод интервьюирования педагогов и анализ динамики формирования навыка чтения у детей в течение первого года обучения в школе.

По результатам оценки чтения было сформировано 3 группы испытуемых: экспериментальная группа (ЭГ), в которую вошли учащиеся, имеющие низкий уровень сформированности навыка чтения ($n = 10$), и две контрольные группы: $КГ_1$, включающую испытуемых, которые сталкиваются с трудностями при чтении ($n=12$), и $КГ_2$, включающую учащихся с высоким и средним уровнем сформированности навыка чтения ($n=24$). Статистически значимые отличия между группой хорошо читающих детей и группами испытуемых, сталкивающихся с трудностями при чтении, были определены как для скорости ($P<0,0001$), так и для количества допущенных ошибок ($p<0,002$) и способа чтения ($P<0,0004$). Характеристики ЭГ и $КГ_1$ совпадали по статистическому t-критерию Стьюдента. Результаты опроса педагогов и анализ динамики формирования навыка чтения в течение первого года обучения подтвердили правомерность включения выделенных учащихся в группы.

У всех испытуемых сравниваемых групп двукратно (на констатирующем этапе в начале первой четверти и контрольном этапе в конце первой четверти) оценивали показатели бинокулярных зрительных функций (фузионные резервы, скорость бинокулярной интеграции и остроту стереозрения). Фузионные резервы измеряли с помощью компьютерной программы, в которой в качестве зрительных стимулов были использованы случайно-точечные стереограммы, позволяющие обеспечить объективный контроль срыва фузии при искусственном увеличении вергенции [7]. Скорость бинокулярной интеграции исследовали при помощи компьютерной программы, предъявляющей фрагментарные

изображения букв в условиях дихоптической стимуляции [6]. Для количественной характеристики остроты стереозрения измеряли пороги стереозрения (пороговые значения бинокулярной диспаратности) методом пространственно-частотной стереовизометрии. Генерацию зрительных стимулов и регистрацию результатов осуществляли при помощи компьютерной программы «Стереопсис» [2].

С испытуемыми ЭГ в течение первой четверти проводили коррекционные мероприятия, направленные на развитие бинокулярных зрительных функций по разработанной нами программе, которая включала 2 блока занятий. Цель первого блока состояла в развитии механизмов бинокулярного стереосинтеза с помощью стереоскопа и набора стереограмм, альбомов со стереофотографиями, анаглифическими стереоиллюстрациями и автостереограммами. Во втором блоке занятий были использованы интерактивные компьютерные программы, направленные на развитие и укрепление механизмов бинокулярного стереопсиса, моторных и сенсорных механизмов фузии, механизмов бинокулярной интеграции.

Для проведения эксперимента на школьном логопункте было оборудовано рабочее место. Мебель и уровень освещенности соответствовали необходимым требованиям. Компьютерные программы были установлены на ноутбуке ASUS с размером экрана 210x330 мм. Все используемые в работе программы были разработаны в лаборатории сенсорной обработки информации Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН под руководством доктора биологических наук, профессора, ведущего научного сотрудника Г. И. Рожковой.

При организации эксперимента были учтены специфика работы на компьютере, отличающаяся от традиционных занятий и требующая дополнительной мобилизации функциональных возможностей организма, фазы и недельная динамика работоспособности младших школьников [3], [5]. Занятия проводили индивидуально во время группы продленного дня в течение 15–20 минут 5 раз в неделю (2 дня было отведено занятиям первого блока и 3 дня – тренировкам с использованием компьютерных программ). Программа коррекционных занятий разрабатывалась на основе анализа результатов оценки бинокулярных зрительных функций на констатирующем этапе и корректировалась от сеанса к сеансу с учетом наблюдаемой динамики. В первом блоке было проведено 10, во втором – 15 занятий.

Математическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью программного пакета «Statistica». Достоверность отличий определяли по t-критерию Стьюдента. В случаях, когда распределение данных не соответствовало нормальному, использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

Результаты исследований и их обсуждение. При исследовании фузионных резервов на констатирующем этапе (табл. 1) выявлено, что в группах испытуемых, имеющих трудности формирования навыка чтения (ЭГ и $КГ_1$), наблюдаются более низкие значения конвергентных фузионных резервов ($P<0,01$). По показателям дивергентных резервов значимых различий между группами не обнаружено. Более низкие значения конвергентных резервов в группах детей, сталкивающихся с трудностями при чтении, могут объяснять возникающие у них недостатки в процессе чтения, выражающиеся в трудностях фиксации букв и слов, объединения слогов в слова, слов в предложения и как следствие – в понимании прочитанного. Слабость фузионных механизмов может послужить причиной астенопических явлений, пониженной работоспособности и ограничений в деятельности, характерных для труднообучаемых детей.

Таблица 1

Средние значения показателей фузионных резервов в группах испытуемых

Этапы	ЭГ		$КГ_1$		$КГ_2$	
	ФР(+)	**ФР(-)**	**ФР(+)**	**ФР(-)**	**ФР(+)**	**ФР(-)**
Констатирующий этап	11,9±2,2	-5,0±1,0	12,6±2,2	-5,1±0,4	17,1±1,0	-5,9±0,4
Контрольный этап	15,8±1,8	-5,6±0,7	13,8±1,5	-6,0±1,3	17,9±0,8	-5,9±0,4

Примечание: ФР(+) – положительные (конвергентные) фузионные резервы
ФР(-) – отрицательные (дивергентные) фузионные резервы

Сравнительный анализ средних значений фузионных резервов на констатирующем и контрольном этапах (табл. 1) свидетельствует о том, что наиболее благоприятная динамика произошла в показателях конвергентных резервов в группе, занимающейся по экспериментальной программе. В двух других группах, хотя и есть положительные сдвиги, различия в показателях констатирующего и контрольного этапов недостоверны.

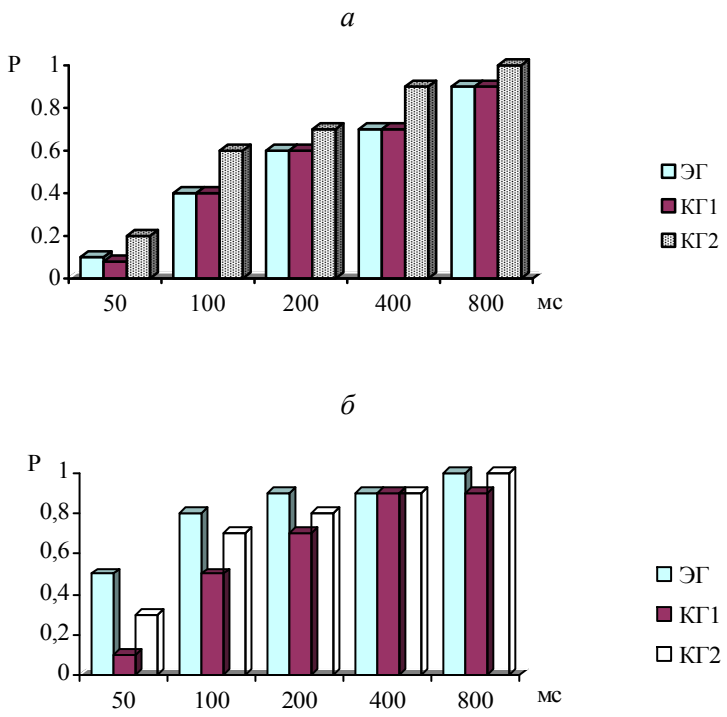


Рис. 1. ***Динамика зависимости вероятности правильного ответа от времени экспозиции тестовых объектов: а – констатирующий этап; б – контрольный этап***

Анализ показателей скорости бинокулярной интеграции на констатирующем этапе (рис. 1, *а*) указывает на то, что в группах испытуемых, сталкивающихся с трудностями

при чтении, способность зрительной системы к формированию единого образа объекта на основе двух неполных изображений значительно снижена по сравнению с группой хорошо читающих детей (P<0,01). Замедленная совместная обработка двух сетчаточных изображений в свою очередь может отражаться на скорости чтения, умении идентифицировать буквы, правильности восприятия букв и слов в момент фиксации, остановки глаз на строке, когда происходит процесс чтения.

Сопоставление значений бинокулярной интеграции в сравниваемых группах на контрольном этапе (рис. 1, *б*) показал, что этот параметр в течение первой четверти в контрольных группах практически не изменился, а в ЭГ увеличился (P<0,01). Причем на временных интервалах 50–200 мс значения ЭГ превысили значения $КГ_2$.

Исследование остроты стереозрения также позволило выявить различия по этому показателю между группами. На рис. 2 представлены кривые зависимости величины порогов стереозрения от пространственной частоты стимула. Для отображения результатов использовали логарифмические шкалы, а в качестве средних значений выступают средние геометрические.

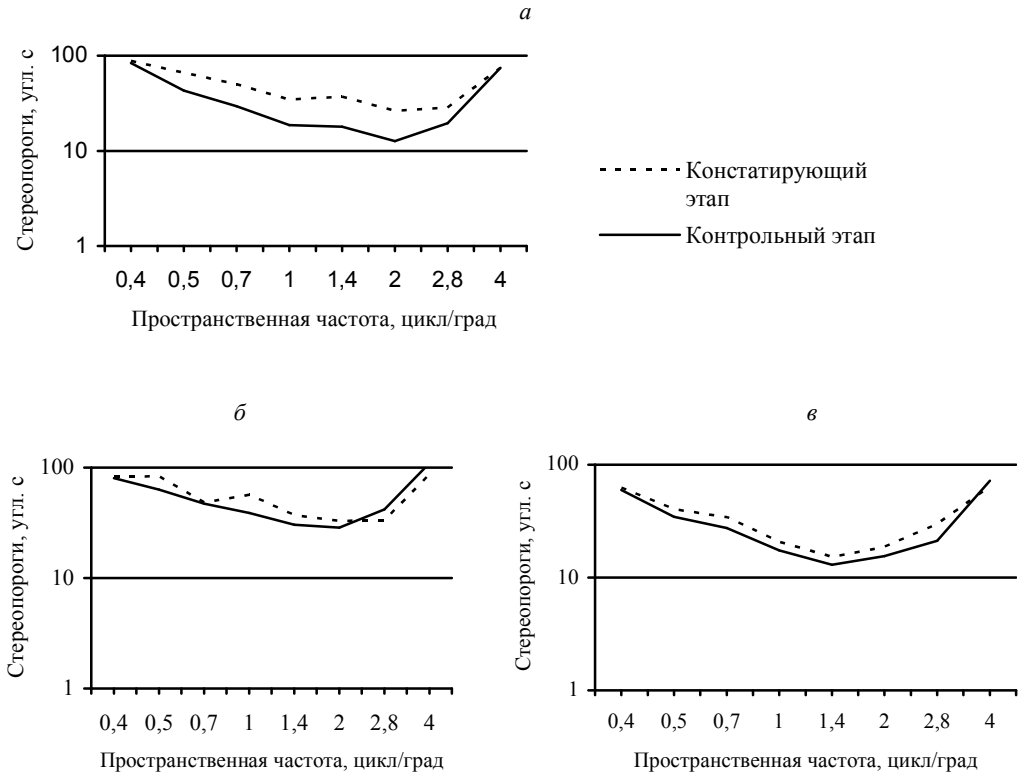


Рис. 2. ***Зависимость величины стереопорога от пространственной частоты стимула: а –ЭГ; б – $КГ_1$; в – $КГ_2$***

Во всех группах наблюдается постепенное снижение порогов на частотах 0,4–1,4 цикл/град и последующее повышение на частотах 2,0–4,0 цикл/град. Хотя кривые имеют схожие очертания, хорошо видно, что во всем диапазоне пространственных час-

тот значения стереопорогов в группах детей, сталкивающихся с трудностями при чтении, были выше (для частот 0,5; 1,0; 1,4 P=0,002–0,03). При сравнении данных констатирующего и контрольного этапов было установлено, что в ЭГ произошло снижение стереопорогов (повышение остроты стереозрения) и средние их значения приблизились к показателям $КГ_2$.

Полученные в ходе эксперимента результаты указывают на то, что проведенный цикл коррекционных занятий позитивно отразился и на чтении детей. Анализ динамики формирования навыка чтения свидетельствует об увеличении скорости чтения и уменьшении числа допущенных при чтении ошибок во всех группах к концу первой четверти, что вполне естественно и отражает прогрессивное влияние образовательного процесса на формирование школьных навыков. Однако наибольшие изменения в качественно-количественных характеристиках чтения произошли в ЭГ. Темп увеличения скорости чтения в ЭГ за первую четверть существенно превысил этот показатель в $КГ_1$ и $КГ_2$ (рис. 3).

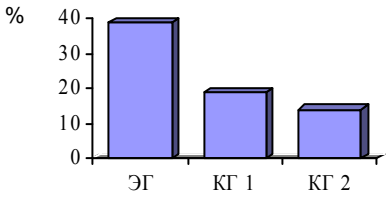


Рис. 3. ***Средняя прибавка скорости чтения в группах к концу первой четверти***

Аналогичная закономерность выявлена в динамике способов чтения: если в начале эксперимента для ЭГ был характерен слоговой способ чтения, то к концу эксперимента большинство испытуемых этой группы читали целыми словами и слогами. В $КГ_1$ подобные изменения не наблюдались.

Таким образом, к концу первой четверти в группе, занимавшейся по экспериментальной программе, установлена положительная динамика в отношении всех регистрируемых показателей бинокулярных зрительных функций и параметров чтения. Если до начала эксперимента характеристики ЭГ и $КГ_1$ совпадали, то после эксперимента достоверность различий в показателях фузионных резервов, скорости бинокулярной интеграции, остроты стереозрения, качественно-количественных показателях чтения этих групп была равна 95–99 %. В то же время необходимо отметить, что некоторые показатели (фузионные резервы, скорость и способ чтения) в ЭГ оставались сниженными по сравнению с $КГ_2$. Этот факт указывает на необходимость более длительной комплексной коррекционной работы с детьми, имеющими трудности формирования навыка чтения.

Резюме. Различия, выявленные в показателях фузионных резервов, скорости бинокулярной интеграции и остроты стереозрения между группами хорошо читающих детей и их сверстников, имеющих трудности в формировании навыка чтения, указывают на то, что оценка бинокулярного зрения должна стать обязательной частью комплексного обследования детей, испытывающих трудности при чтении. Это позволит уточнить механизмы, лежащие в основе возникновения трудностей, и при необходимости более эффективно организовать коррекционные мероприятия.

Предложенная нами программа коррекционных занятий, направленная на оптимизацию развития бинокулярных зрительных функций, оказала положительное воздействие не только на зрительные механизмы, но и на совершенствование процесса чтения. У испытуемых экспериментальной группы повысились конвергентные фузионные резервы, увеличилась скорость бинокулярной интеграции, повысилась острота стереозрения. Более того, в этой группе наблюдался самый высокий темп изменения скорости чтения. Полученные результаты указывают на целесообразность включения в программу психолого-педагогического сопровождения младших школьников с трудностями формирования навыка чтения мероприятий, направленных на развитие бинокулярных зрительных функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Безруких, М. М.* Психофизиологические критерии трудностей обучения письму и чтению у школьников младших классов / М. М. Безруких, О. Ю. Крещенко // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 5. – С. 24–29.

2. *Белозеров, А. Е.* Компьютерные методы функциональной диагностики и лечения в детской офтальмологии / А. Е. Белозеров // Зрительные функции и их коррекция у детей : руководство для врачей ; под ред. С. Э. Аветисова, Т. П. Кащенко, А. М. Шамшиновой. – М. : Медицина, 2005. – С. 268–309.

3. *Григорьева, О. В.* Возрастные особенности недельной динамики функционального состояния организма младших школьников / О. В. Григорьева, Ф. Г. Ситдиков, Г. Х. Самигуллин // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 6. – С. 116–118.

4. *Корнев, А. Н.* Нарушения чтения и письма у детей : учеб.-метод. пособие / А. Н. Корнев. – СПб. : ИД «МиМ», 1997. – 286 с.

5. *Леонова, Л. А.* Физиологические предпосылки успешного взаимодействия ребенка с компьютером / Л. А. Леонова, Е. А. Каралашвили, Л. В. Макарова, Г. Н. Лукьянец // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – № 2. – С. 67–71.

6. *Рожкова, Г. И.* Бинокулярная интеграция у детей дошкольного и младшего школьного возраста / Г. И. Рожкова, Н. Н. Васильева, В. С. Токарева // Сенсорные системы. – 2002. – Т. 16. – № 3. – С. 221–229.

7. *Рожкова, Г. И.* Компьютерный метод оценки фузионных резервов с объективным контролем нарушения фузии / Г. И. Рожкова, Н. Н. Васильева // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – № 3. – С. 135–137.

8. *Русецкая, М. Н.* Стратегия преодоления дислексии учащихся с нарушениями речи в системе общего образования : автореф. дис. … д-ра пед. наук : 13.00.03 / М. Н. Русецкая. – М., 2009. – 45 с.

9. *Bucci, M. P.* Poor binocular coordinacion of saccades in dyslexic children / M. P. Bucci, D. Bremond-Gignac, Z. Kapoula // Graefes Arch Clin Exp. Ophthalmol. – 2008. – Vol. 246. – P. 417–428.

10. *Evans, B. J. W.* Dyslexia: the link with visual deficits / B. J. W. Evans, N. Drasdo, H. Richards // Ophtal. Physiol. Opt. – 1996. – Vol. 16. – P. 3–10.

11. *Facoetti, A.* Visual and auditory attentional capture are both sluggish in children with developmental dyslexia / A. Facoetti, M. L. Lorusso, C. Cattaneo, R. Galli. M. Molteni // Acta Neurobiol. Exp. – 2005. – Vol. 65. – P. 61–72.

12. *Mackeben, M.* Eye movement control during single-word reading in dyslexics / M. Mackeben, S. Trauzettel-Klosinski, J. Reinhard et al. // J. Vis. – 2004. – Vol. 4. – P. 388–402.

13. *Mason, A.* Contrast sensitivity, ocular dominance and specific reading disability / A. Mason, P. Cornelissen, S. Fowler, J. F. Stein // Clinical Vision Sci. – 1993. – Vol. 8. – P. 345–353.

14. *Prado, C.* The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: impact of the visual attention span / C. Prado, M. Dubois, S. Valdois // Vision Res. – 2007. – Vol. 47. – P. 2521–2530.

15. *Sperling, A. J.* Selective magnocellular deficits in dyslexia: a «phantom contour» study / A. J. Sperling, Z. Lu, F. R. Manis, M. S. Seidenberg // Neuropsychologia. – 2003. – Vol. 41. – P. 1422–1429.

УДК 637.52.37

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВАРКИ МЯСНОГО ФАРША С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНДОГЕННОГО НАГРЕВА

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF COOKING OF MINCEMEAT WITH THE USE OF INTERNAL HEATING

Т. М. Григорьева

T. M. Grigoryeva

ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. Приведены методика обоснования и расчет технологических параметров варки измельченных птичьих потрохов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты.

Abstract. The technique of substantiation and calculation of technological parameters of cooking of crushed bird's giblets in the electromagnetic field of microwave frequency is given.

Ключевые слова: *электромагнитное поле сверхвысокой частоты, удельная мощность, напряженность электрического поля, диэлектрические параметры, производительность.*

Keywords: *electromagnetic field of microwave frequency, specific capacity, intensity of electric field, dielectric parameters, productivity.*

Актуальность исследуемой проблемы. С увеличением производства потрошеной птицы встает вопрос о рациональном использовании субпродуктов. В настоящее время в Чувашской Республике птичьи потроха объемом более 200 т в год реализуются без переработки. Производство изделий из птичьих потрохов с использованием современной энергосберегающей технологии является актуальной задачей.

Материал и методика исследований. Исследования проводились с использованием теории процесса тепло-, массообмена, основных положений теории машин и механизмов, теории дифференциального и интегрального исчисления. При экспериментальных исследованиях применялся метод активного планирования многофакторного эксперимента. Обработка экспериментальных данных выполнялась с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel» и «Statistic».

Результаты исследований и их обсуждение. *Расчет удельной мощности для варки измельченного мясного сырья.* Подводимая удельная мощность идет на нагрев сырья и испарение влаги. При затратах тепла только на нагрев удельная мощность, подводимая к нагреваемому материалу, может быть выражена [1]:

$$P_{УД} = \rho \cdot c \cdot \frac{\Delta T}{\Delta \tau} \cdot \frac{1}{\eta_T}, \text{ Вт/м}^3, \quad (1)$$

где ρ – плотность измельченных потрохов, кг/м^3 (1042…1096 кг/ м^3);

c – удельная теплоемкость материала, кДж/кг· ºС (3,58 кДж/кг·ºС);

ΔT – приращение температуры сырья (ºС) за промежуток времени $\Delta\tau$ (с);

$\Delta T/\Delta\tau$ = 110/48= 2,27 ºС/с; η_T – термический КПД (0,67).

Необходимая удельная мощность для нагрева сырья составляет:

$$P_{УД} = 1070 \cdot 3{,}58 \cdot 2{,}27 \cdot \frac{1}{0{,}67} = 12978 \text{ кВт/м}^3 \text{ или } 13 \text{ Вт/см}^3.$$

Удельная мощность, расходуемая на испарение влаги, определяется по выражению [1]:

$$P_{УД} = \frac{r \cdot \Delta M}{\eta_T \Delta\tau}, \quad (2)$$

где r – скрытая теплота испарения при данной температуре нагрева, кДж/кг (r = 2258 кДж/кг);

$\Delta M/\Delta\tau$ – скорость испарения кг/м^3·с.

Из предварительных исследований выявили, что в процессе варки фарша массой 52 г и объемом 48,6·10^{-6} кг/м^3, испаряется 18 г влаги. Отсюда скорость испарения влаги из фарша составляет $\Delta M/\Delta\tau$ =18·10^{-3}/(48,6·10^{-6}·100) = 3,7 кг/м^3·с.

Тогда удельная мощность, расходуемая на испарение влаги, составляет:

$$P_{УД} = \frac{2258 \cdot 3{,}7}{0{,}67} = 12469{,}55 \text{ кВт/м}^3, \text{ или } 12{,}47 \text{ Вт/см}^3.$$

Следовательно, с целью снижения удельных энергетических затрат на варку сырья в рабочей камере необходимо исключить процессы испарения влаги. К тому же технология производства вареного фарша предусматривает сохранение всех компонентов исходного сырья, в том числе и влаги. Ограничение процесса испарения влаги из сырья возможно, если оно варится внутри радиопрозрачного трубопровода.

Обоснование диаметра мясопровода. Для оптимизации эффективного внутреннего диаметра мясопровода необходимо определить коэффициент затухания энергии электромагнитного излучения через электрофизические параметры фарша из потрохов. Значение коэффициента затухания зависит от длины волны и электрофизических параметров измельченных птичьих потрохов, но не зависит от толщины слоя [1]:

$$\alpha = \pi \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot tg\,\delta / \lambda, \ 1/см, \quad (3)$$

где λ – длина волны, см (12,24 см); ε – диэлектрическая проницаемость и $tg\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь измельченных птичьих потрохов при частоте 2450 МГц.

Ниже проанализируем диэлектрические параметры измельченных птичьих потрохов (рис. 1).

Эмпирические выражения диэлектрических характеристик измельченных птичьих потрохов от частоты следующие: ε = 57,706·e$^{-8E-05 \cdot f}$, tg δ= 0,6896·e$^{-0{,}0003 \cdot f}$.

Из графиков определяем, что при температуре 20 °С: ε = 48, $tg\delta$ = 0,35. Тогда значение коэффициента затухания равно:

$$\alpha = 3{,}14 \cdot \sqrt{48} \cdot 0{,}35 / 12{,}24 = 0{,}62, \ 1/см.$$

Отсюда определяем глубину проникновения электромагнитных излучений, на которой энергия уменьшается в 2,73 раза (*е*). Внутренний диаметр мясопровода рекомендуется принимать менее этой глубины проникновения.

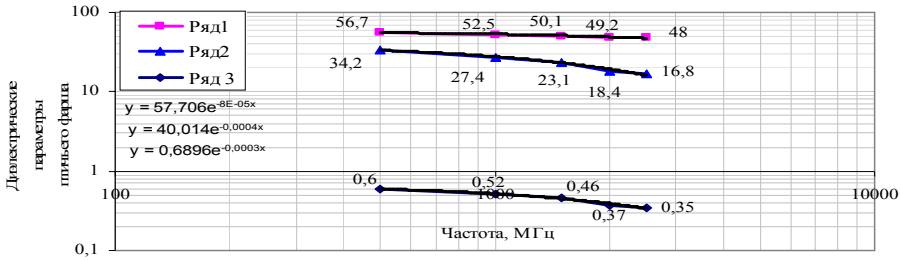


Рис. 1. ***Диэлектрические характеристики измельченных птичьих потрохов в зависимости от частоты при температуре 20 °С: 1 – диэлектрическая проницаемость; 2 – коэффициент потерь; 3 – тангенс угла диэлектрических потерь***

Глубина проникновения, на которой энергия уменьшается в *е* раз, составляет $r = 1/2 \cdot \alpha = 1/2 \cdot 0{,}62 = 0{,}81$ см. Исходя из этого, диаметр диэлектрического мясопровода, в котором происходит перемещение сырья в процессе его варки, принимаем равным 1,6 см. Тогда объем, находящийся в диэлектрическом мясопроводе и подвергающийся эндогенному нагреву, составляет $V = \pi \cdot 0{,}81^2 \cdot 30 = 62\ см^3$, а удельная мощность – $P_{уд} = 800/62 = 13$ Вт/г.

Но для продукта круглого поперечного сечения, где диаметр соизмерим с рабочей длиной волны (0,1·λ = 0,1·12,24 см = 1,224 см), особенно, если диэлектрическая проницаемость птичьего фарша велика и равна 48, а фактор потерь – 16,8, нагрев по сечению может быть неравномерным. Поэтому мясопровод следует располагать в объемном резонаторе с учетом пучности потока электромагнитных излучений, т. е. с учетом длины волны.

Удельные диэлектрические потери можно определить и через диэлектрические параметры сырья по формуле [1]:

$$P_{уд} = \frac{E^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot tg\delta}{4 \cdot \pi}, \text{ Вт/м}^3 \qquad (4)$$

где f – частота электромагнитного поля, Гц (2450 МГц); ε – относительная диэлектрическая проницаемость фарша из птичьих потрохов (48); $tg\ \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь материала (0,35); *к* – фактор диэлектрических потерь (16,8); E – напряженность электрического поля в материале В/м.

Из выражения (4) видно, что мощность, выделяющаяся в диэлектрике, помещенном в переменное электрическое поле, зависит только от его диэлектрических характеристик и параметров электрического поля (частоты и напряженности электрического поля в сырье) и не зависит от теплопроводности сырья, которая у диэлектриков, как правило, имеет низкие значения. Эта особенность является существенным отличием и преимуществом диэлектрического нагрева, позволяющим значительно ускорить процесс нагрева сырья по сравнению с любым другим традиционным видом нагрева.

Из формул (1) и (4) определяем необходимую напряженность электрического поля:

$$E = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot P_{уд}}{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot tg\delta}}, \text{ В/м}, \qquad (5)$$

$$E = \sqrt{\frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot 13 \cdot 10^{6}}{8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 48 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 2450 \cdot 10^{6} \cdot 0{,}35}} = 8{,}45 \text{ , кВ/м или 84,5 В/см.}$$

Для обеспечения такой напряженности необходимо уменьшить объем резонаторной камеры. Поэтому используем 2 блока СВЧ-генератора, а резонаторную камеру поделим перегородкой пополам. В этом случае добротность резонаторной камеры увеличивается и увеличивается напряженность электрического поля. Одновременно это позволит увеличить производительность установки. Она составляет в пределах 10 кг/ч:

$$Q = \frac{2 \cdot 62 \cdot 3600}{48 \cdot 1000} = 9{,}3 \text{ кг/ч.}$$

Скорость передвижения сырья в радиопрозрачном мясопроводе составляет:

$$v = L_{трубопровода} / \tau = 30/48 = 0{,}63 \text{ см/с.}$$

Потребляемая мощность двух СВЧ-генераторов для варки фарша составляет:

$$P_1 = \frac{P_{УД} \cdot V}{\eta_T} \text{, Вт,} \qquad (6)$$

$$P_1 = 2 \cdot \frac{12978 \cdot 6{,}2 \cdot 10^{-5}}{0{,}67} = 2{,}4 \text{ кВт.}$$

Используя 2 генератора общей мощностью 2400 Вт, можно сварить фарш массой 10 кг за 1 час.

Резюме. Установлено, что при воздействии электромагнитного поля с частотой 2450 МГц и напряженностью 80…100 В/см, полезной мощностью источников энергии 1,6 кВт, обеспечивающих производительность установки 10…15 кг/ч, происходит варка измельченных птичьих потрохов при превышении температуры на 80…110°С со скоростью 1…2,27 °С/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гинзбург, А. С.* Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А. С. Гинзбург. – М. : Агропромиздат, 1985. – 336 с.

2. *Электрофизические,* оптические и акустические характеристики пищевых продуктов / под ред. И. А. Рогова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 288 с.

УДК 637.52.37

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОТОЧНОЙ ВАРКИ ПТИЧЬИХ ПОТРОХОВ ЭНДОГЕННЫМ НАГРЕВОМ

THE APPLIANCE FOR LINE COOKING OF BIRD'S GIBLETS BY MEANS OF INTERNAL HEATING

Т. М. Григорьева

T. M. Grigoryeva

ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. Описаны конструктивные особенности и принцип действия установки для варки измельченных птичьих потрохов с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Abstract. The design features and the principle of functioning of the appliance for cooking of crushed bird's giblets with the use of energy of an electromagnetic field of microwave frequency are described.

Ключевые слова: *электромагнитное поле сверхвысокой частоты, рабочая камера, птичьи потроха, диэлектрические параметры.*

Keywords: *electromagnetic field of microwave frequency, working chamber, bird's giblets, dielectric parameters.*

Актуальность исследуемой проблемы. По статистическим данным за последние годы объем производства птицы постепенно возрастает, соответственно, встает вопрос рационального использования птичьих потрохов (печени, сердца, мышечного желудка). Объем производства птичьих потрохов в 2009 г. по Российской Федерации составил 100,1 тыс. т, по Чувашской Республике – 1,1 т (суточный объем производства – 491 и 5,4 т соответственно).

Поэтому разработка СВЧ-установки для варки измельченных птичьих потрохов в птицеводческих хозяйствах, позволяющей снизить потери продукции и энергетические затраты на варку, является актуальной научной задачей.

Материал и методика исследований. Источниками СВЧ-энергии служили генераторы марки MS1770MD, работающие на частоте 2450 МГц. Измерение температуры продукта проводили за пределами СВЧ-генератора с помощью хромель-копелевой термопары, а также пользуясь спиртовым термометром. Измерение частоты электромагнитного поля проводили с помощью частотомера типа BK 1856D. Уровень напряженности электрического поля и объемную плотность мощности потерь определяли с помощью измерителя электромагнитных излучений ПЗ-31. Измерение массы проб из субпродуктов в процессе исследований проводили с помощью электронных весов ENERGY EN-405. Скорость передвижения фарша в диэлектрических трубах регулировали изменением скорости винтового шнека путем изменения частоты вращения мотор-редуктора МЭО-6,3-99 с. Частоту вращения вала ротора контролировали с помощью цифрового фототахометра ДТ(М)223. Плотность сырья определяли с помощью солевых растворов и ареометра.

Результаты исследований и их обсуждение. Целью настоящей работы является разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров установки для поточной варки измельченных птичьих потрохов. При этом решаются следующие научные задачи:

– обосновать конструктивные особенности (размеры и форма расположения рабочей камеры, вибрационного сепарирующего конвейера) и принцип действия установки для поточной варки измельченных птичьих потрохов;

– разработать, создать и испытать в производственных условиях установку для поточной варки измельченных птичьих потрохов;

– оценить технико-экономическую эффективность применения установки для поточной варки измельченных птичьих потрохов.

Предлагаемая установка разработана для поточной эндогенной варки птичьих потрохов. Она содержит три основных блока: генераторный, вибрационный, электроприводной. Первый блок предназначен для обеспечения эндогенного нагрева сырья, второй – для сепарирования сваренных частиц фарша, третий – для обеспечения вибрации ситовой плоскости.

Техническая новизна заключается в том, что объемные резонаторы СВЧ-генераторов уменьшены и размещены под общим экранным корпусом, причем нижними основаниями камер служит вибрирующая ситовая плоскость, поверх которой расположена скребковая мешалка, а через камеры вертикально проложены радиопрозрачные мясопроводы, соединенные с общим приемным патрубком, содержащим нагнетающий шнек. При этом вибрирующая ситовая плоскость служит верхним основанием накопительной емкости, содержащей выгрузной патрубок [1]. Вибрация накопительной емкости осуществляется за счет электроприводного блока.

На рис. 1 представлено пространственное изображение двух блоков установки для варки измельченных птичьих потрохов.

Генераторный блок содержит две резонаторные камеры, образованные за счет стыковки двух электронных блоков (1) СВЧ-генераторов и перегородки (4). Внутри каждой резонаторной камеры установлен радиопрозрачный мясопровод (10). Они соединены с приемным патрубком (12), в котором расположен шнек-нагнетатель (11). Нижнее основание камеры выполнено в виде ситовой плоскости (5), которая одновременно является верхним основанием вибрационного блока. На ситовой плоскости установлена скребковая мешалка (6). Сито (5) и корпус вибрационной камеры (7) выполнены из нержавеющей стали и одновременно являются экраном. В вибрационной камере (7), выполненной в виде параллелепипеда, образована накопительная емкость, ограниченная наклонной плоскостью, являющейся основанием патрубка для выгрузки вареного фарша (8).

Процесс варки измельченных птичьих потрохов происходит следующим образом. Сырье загружается в приемный патрубок (12), откуда с помощью шнека (11) оно нагнетается в два радиопрозрачных мясопровода (10). В процессе перемещения в радиопрозрачном мясопроводе (10) сырье нагревается за счет СВЧ-энергии до 100…110 °С при минимальных потерях влаги. Затем сваренный фарш через зазор (9) попадает на вибрирующую ситовую плоскость (5), где посредством ее вибрации и перемешивания скребковой мешалкой (6) осуществляется просеивание готовой продукции в накопительную емкость. Из данной емкости по наклонной плоскости продукт за счет вибрации перемещается к выгрузному патрубку (8).

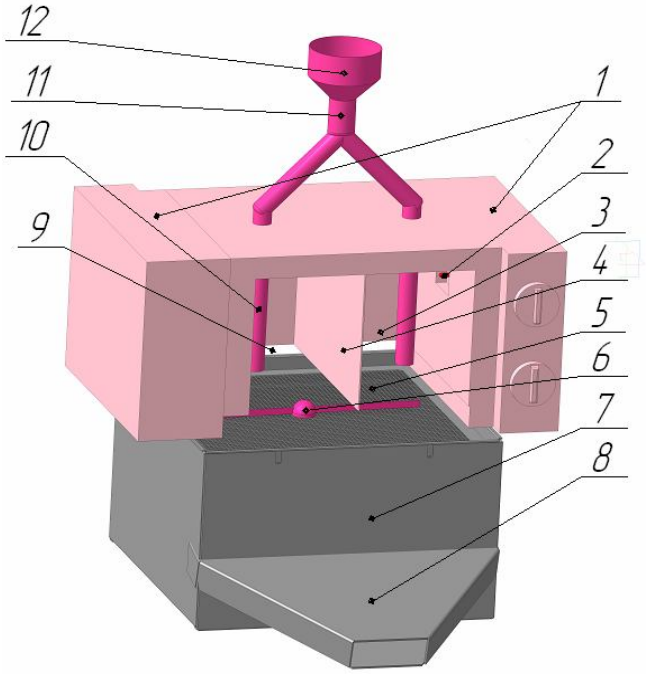


Рис. 1. ***Генераторный и вибрационный блоки установки для варки измельченных птичьих потрохов: 1 – электронные блоки СВЧ-генератора; 2 – излучатель; 3 – резонаторная камера; 4 – перегородка; 5 – вибрирующая ситовая плоскость; 6 – скребковая мешалка; 7 – вибрационная камера; 8 – патрубок для выгрузки вареного фарша; 9 – зазор между мясопроводом и ситовой плоскостью; 10 – радиопрозрачный мясопровод; 11 – шнек-нагнетатель; 12 – приемный патрубок***

Резюме. Разработанная поточная установка для варки измельченных птичьих потрохов с использованием энергии электромагнитного поля СВЧ-диапазона обеспечивает выполнение нескольких технологических операций, таких как: дозирование и транспортирование сырья, варка с ограничением испарения влаги при высокой напряженности, сепарирование сваренной и неготовой продукции.

Процесс производства вареных птичьих потрохов происходит при сниженных энергетических затратах, улучшенных органолептических и микробиологических параметрах готовой продукции. Экономический эффект от применения установки для поточной варки птичьих потрохов эндогенным нагревом составляет 43600 руб./год. Рентабельно при объеме выпускаемой продукции свыше 770 кг/месяц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пат.* 2409915 Российской Федерации. Установка для диатермической обработки измельченного сырья / Кириллов Н. К., Новикова Г. В., Григорьева Т. М., Белова М. В. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия». – № 2010101203 ; заявл. 15.01.2010 ; опубл. 20.01.2011.

УДК 514.756.2

АФФИННАЯ СВЯЗНОСТЬ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К ИЗУЧЕНИЮ ВНУТРЕННЕЙ ГЕОМЕТРИИ СЕТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ В КОНФОРМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

AFFINE CONNECTION AND ITS USE IN THE STUDY OF INTRINSIC GEOMETRY OF NET ON THE SURFACE OF THE CONFORMAL SPACE

Т. В. Зверева

T. V. Zvereva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В данной статье изучается поверхность V_m, вложенная в конформное пространство C_n. В частности, получено пространство аффинной связности $A_{m,m}$, индуцируемое нормальным оснащением заданной поверхности. Найдено приложение аффинной связности ∇ пространства $A_{m,m}$ к изучению внутренней геометрии сетей на *m*-мерной поверхности конформного пространства.

Abstract. In this article we study the surface V_m in the conformal space C_n. In particular, we obtain the affinely connected space $A_{m,m}$ induced by the normal framing of the given surface. It was found out that the concept of the affine connection ∇ could be used in the study of intrinsic geometry of net on the *m*-dimensional surface of the conformal space.

Ключевые слова: *поверхность, нормализация, связность, сеть.*

Keywords: *surface, normalization, connection, net.*

Актуальность исследуемой проблемы. Известно, что М. А. Акивис занимался инвариантным построением теории многомерных поверхностей V_m в конформном пространстве C_n [1]. А. П. Норден изучает некоторые вопросы внутренней геометрии оснащенной поверхности трехмерного конформного пространства C_3 [5]. Однако до настоящего времени в математической литературе вопросы внутренней геометрии сетей на поверхности $V_m \subset C_n$ почти не рассматривались. Целью данной работы является восполнение этого пробела в дифференциальной геометрии.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с использованием инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований, а именно методом внешних форм Э. Картана [6], методом нормализации А. П. Нордена [5] и методом продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми, актуальными и достоверными.

На протяжении всего изложения индексы принимают следующие значения:

$$I, J, K = \overline{1, n}; \ \lambda, \mu = \overline{0, n+1}; \ \alpha, \beta = \overline{m+1, n}; \ u, v = \overline{m+1, n-1}; \ i, j, k = \overline{1, m}.$$

Рассмотрим m-мерную поверхность $V_m \subset C_n$, отнесенную к полуизотропному полуортогональному реперу $R = \{A_0, A_I, A_{n+1}\}$. В данном репере дифференциальные уравнения поверхности имеют вид

$$\omega_0^\alpha = 0.$$

Пусть задано нормальное оснащение поверхности $V_m \subset C_n$ полем (n-m)-сфер $[P_i]$ ($P_i = x_i^0 A_0 + A_i$), определяемое полем квазитензора $\{x_i^0\}$:

$$dx_i^0 + x_i^0 \omega_0^0 - x_j^0 \omega_i^j + \omega_i^0 = x_{ij}^0 \omega_0^j.$$

Возьмем систему форм Пфаффа $\{\theta_0^j, \theta_i^j\}$, где

$$\begin{cases} \theta_0^j = \omega_0^j, \\ \theta_i^j = \omega_i^j - \delta_i^j(\omega_0^0 - x_k^0 \omega_0^k) + g^{jk} x_k^0 \omega_i^{n+1} + x_i^0 \omega_0^j. \end{cases} \tag{1}$$

Система форм (1) удовлетворяет структурным уравнениям Картана – Лаптева [4], [3]

$$\begin{cases} d\theta_0^j = \theta_0^j \wedge \theta_i^j + \frac{1}{2} r_{0st}^j \omega_0^s \wedge \omega_0^t, \\ d\theta_i^j = \theta_i^k \wedge \theta_k^j + \frac{1}{2} r_{ist}^j \omega_0^s \wedge \omega_0^t. \end{cases}$$

Следовательно, система форм Пфаффа (1) определяет пространство аффинной связности $A_{m,m}$; тензоры кручения и кривизны этого пространства имеют следующее строение:

$$r_{0st}^j = 0, \ r_{ist}^j = 2(\Lambda_{i[s}^\alpha \Lambda_{t]\alpha}^j - \delta_i^j x_{[st]}^0 - g^{jk} x_{k[s}^0 g_{t]i} - g^{jk} x_k^0 g_{i[s} x_{t]}^0 +$$
$$+ x_{i[s}^0 \delta_{t]}^j + g^{kl} x_k^0 x_l^0 g_{i[s} \delta_{t]}^j - x_i^0 x_{[s}^0 \delta_{t]}^j).$$

Справедлива

Теорема 1. *Пространство аффинной связности $A_{m,m}$ без кручения, индуцируемое нормальным оснащением поверхности $V_m \subset C_n$, является вейлевым с полем метрического тензора g_{ij} и дополнительной формой $\Theta = \omega_0^0 - x_k^0 \omega_0^k$; это пространство есть эквиаффинное, а, следовательно, риманово тогда и только тогда, когда обращается в нуль кососимметричный тензор $x_{[ij]}^0$.*

Согласно В. Т. Базылеву [2], *сетью* Σ_m на поверхности V_m проективного пространства P_{n+1} называется *m* семейств линий, заданных на V_m так, что через каждую точку $\mathrm{A}_0 \in V_m$ проходит ровно по одной линии каждого семейства и пространство, натянутое на касательные к линиям сети в точке A_0, *m*-мерно.

На поверхности $\widetilde{V}_m \subset Q_n^2$ проективного пространства P_{n+1}, являющейся образом поверхности $V_m \subset C_n$ при перенесении Дарбу, рассмотрим сеть $\widetilde{\Sigma}_m$, описываемую точкой A_0. Дифференциальные уравнения сети $\widetilde{\Sigma}_m \subset \widetilde{V}_m \subset Q_n^2$ в проективном репере R, отнесенном к ее линиям, имеют вид [2]:

$$\omega_i^j = a_{ik}^j \omega_0^k,\ i \neq j\ . \tag{2}$$

Прообразом каждого семейства линий сети $\widetilde{\Sigma}_m$ при перенесении Дарбу на поверхности $V_m \subset C_n$ является семейство линий; *m* линейно независимых семейств линий на $V_m \subset C_n$ образует сеть $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$.

Теорема 2. *На заданной поверхности* $V_m \subset C_n$ *сеть* $\Sigma_m \subset V_m$ *существует с произволом* $m(m-1)$ *функций* m *аргументов.*

Возьмем совокупность функций

$$a_i^k \overset{def}{=} \sum_{j \neq i} g_{ij} g^{jk} - (m-1)\delta_i^k\ . \tag{3}$$

Функции (3) являются относительными ($i \neq s$) или абсолютными ($i = s$) инвариантами. Матрица порядка *m* из относительных и абсолютных инвариантов a_i^k невырождена. Элементы обратной матрицы $\overset{*}{a}{}_s^i$ определяются соотношениями $\overset{*}{a}{}_i^k a_s^i = a_i^k \overset{*}{a}{}_s^i = \delta_s^k$.

Возьмем охват

$$q_i^0 \overset{def}{=} \left(\sum_{j \neq k} a_{kj}^j \right) \overset{*}{a}{}_i^k\ ;\ dq_i^0 + q_i^0(\omega_0^0 - \omega_i^i) + \omega_i^0 = q_{is}^0 \omega_0^s\ . \tag{4}$$

Рассмотрим гиперсферы

$$F_i = q_i^0 A_0 + A_i\ , \tag{5}$$

принадлежащие «касательным» к линиям сети $\Sigma_m \subset V_m$. Они являются инвариантными, так как $\delta F_i = \pi_i^i F_i$; назовем их *гармоническими гиперсферами* сети.

В силу уравнений (4) поле гармонических (*n*-*m*)-сфер $F \overset{def}{=} [F_i]$ пересечения *m* гармонических гиперсфер F_i сети задает нормальное оснащение поверхности $V_m \subset C_n$.

Таким образом, справедлива

Теорема 3. *Поле гармонических (n-m)-сфер* $[F_i]$ *сети* Σ_m*, заданной на поверхности* $V_m \subset C_n$*, внутренним образом определяет нормальное оснащение поверхности.*

Допустим, что сеть $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$ ортогональна, т. е. касательные к ее линиям попарно ортогональны:

$$(X_i X_j) = (A_i A_j) = g_{ij} = 0,\ i \neq j\ . \tag{6}$$

Принимая во внимание соотношения (6), функции (3), элементы обратной матрицы и охват (4) соответственно примут вид

$$a_i^k = -(m-1)\delta_i^k,\ \overset{*}{a}{}_i^s = -\frac{1}{m-1}\delta_i^s,\ q_i^0 = \frac{1}{m-1} g_{ii} \sum_{j \neq i} g^{jj} a_{jj}^i . \qquad (7)$$

Таким образом, геометрический смысл гармонических гиперсфер F_i ортогональной сети $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$ заключается в следующем: каждая из m-1 гиперсфер

$$F_i^j = -a_{ij}^j A_0 + A_i = g^{jj} g_{ii} a_{jj}^i A_0 + A_i,\ i \neq j , \qquad (8)$$

принадлежащих «касательной» к i-ой линии ортогональной сети $\Sigma_m \subset V_m$, является инвариантной, так как $\delta F_i^j = \pi_i^i F_i^j$. Следуя работе [2], назовем их *псевдофокальными гиперсферами* касательной $A_0 A_i$ к i-ой линии сети $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$. Для ортогональной сети в силу (5), (7) и (8) справедливо $F_i = \frac{1}{m-1} \sum_{i \neq j} F_i^j$, то есть каждая из m гармонических гиперсфер F_i заданной ортогональной сети есть среднее арифметическое псевдофокальных гиперсфер F_i^j касательной $A_0 A_i$ к линии ω_0^i сети.

Будем говорить, что поверхность $V_m \subset C_n$, несущая ортогональную сеть Σ_m, есть *m-сопряженная система*, если при перенесении Дарбу соответствующая поверхность $\widetilde{V}_m \subset Q_n^2 \subset \mathrm{P}_{n+1}$ является m-сопряженной системой в P_{n+1}, то есть все псевдофокусы

$$\mathrm{F}_i^j = -a_{ij}^j \mathrm{A}_0 + \mathrm{A}_i,\ i \neq j$$

каждой касательной $\mathrm{A}_0\mathrm{A}_i$ к линии $\omega_0^i = 0$ сопряженной (относительно полей конусов направлений $a_{st}^\alpha \omega_0^s \omega_0^t = 0,\ g_{st}\omega_0^s\omega_0^t = 0$) сети $\widetilde{\Sigma}_m \subset \widetilde{V}_m \subset Q_n^2$ являются фокусами. Имеют место следующие утверждения.

Теорема 4. *Необходимым и достаточным условием того, что поверхность* $V_m \subset C_n$ ($2 < m < n-1$), *несущая ортогональную сопряженную сеть* Σ_m, *есть m-сопряженная система, является обращение в нуль относительных инвариантов* a_{ij}^k *(все индексы различны).*

Теорема 5. *m-сопряженные системы* $V_m \subset C_n$ *существуют с произволом* $m(m-1)$ *функций одного аргумента.*

Предположим, что ортогональная сопряженная сеть $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$ является голономной, т. е. каждое из m уравнений Пфаффа $\omega_0^i = 0$ вполне интегрируемо. Справедлива

Теорема 6. *Поверхность* $V_m \subset C_n$ ($2 < m < n-1$), *несущая ортогональную сопряженную сеть* Σ_m, *есть m-сопряженная система тогда и только тогда, когда сеть* Σ_m *является голономной.*

Условием параллельного перенесения направления $A_0 A_i$ касательной к i-й линии ортогональной сети $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$ вдоль ее k-й линии в аффинной связности ∇, индуцируемой нормальным оснащением поверхности $V_m \subset C_n$ полем квазитензора x_i^0, является выполнение соотношений

$$a_{ik}^{j} - g^{jj} x_j^0 g_{ik} + \delta_k^j x_i^0 = 0,\ i \neq j\ . \qquad (9)$$

Если условия (9) справедливы для любых $i \neq k$, ($i = k$), то ортогональная сеть $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$ называется *чебышевской* (*геодезической*) относительно данной нормализации поверхности, определяемой полем квазитензора x_i^0.

Теорема 7. *Если нормально оснащенная полем квазитензора* x_i^0 *поверхность* $V_m \subset C_n$ *несет ортогональную геодезическую сеть* Σ_m *в аффинной связности* ∇ *, то она является сетью с совпавшими псевдофокальными гиперсферами и данное оснащение будет нормальным оснащением полем ее гармонических (n-m) сфер* $[F_i]$.

Справедливо и обратное утверждение:

Теорема 8. *Если ортогональная сеть* $\Sigma_m \subset V_m \subset C_n$ *есть сеть с совпавшими псевдофокальными гиперсферами, то при нормальном оснащении поверхности* $V_m \subset C_n$ *полем ее гармонических (n-m) сфер* $[F_i]$ *данная сеть является геодезической относительно аффинной связности* ∇ .

Пусть поверхность $V_m \subset C_n$ несет ортогональную чебышевскую сеть Σ_m. Тогда имеет место

Теорема 9. *Если нормально оснащенная полем квазитензора* x_i^0 *поверхность* $V_m \subset C_n$ *(n>3) несет ортогональную чебышевскую сеть* Σ_m *в аффинной связности* ∇ *, то эта сеть является геодезической, причем данная нормализация будет нормализацией полем гармонических (n-m) сфер* $[F_i]$ *сети.*

Резюме. Доказано, на заданной поверхности $V_m \subset C_n$ существует сеть $\Sigma_m \subset V_m$ с произволом $m(m-1)$ функций m аргументов. Причем нормально оснащенная полем квазитензора x_i^0 поверхность $V_m \subset C_n$ несет ортогональную геодезическую сеть Σ_m в аффинной связности ∇ тогда и только тогда, когда она является сетью с совпавшими псевдофокальными гиперсферами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акивис, М. А.* К конформно-дифференциальной геометрии многомерных поверхностей / М. А. Акивис // Математический сборник. – М., 1961. – Т. 53. – № 1. – С. 53–72.

2. *Базылев, В. Т.* О сетях на многомерных поверхностях проективного пространства / В. Т. Базылев // Известия вузов. Математика. – 1966. – № 2. – С. 9–19.

3. *Евтушик, Л. Е.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л. Е. Евтушик, Ю. Г. Лумисте, Н. М. Остиану, А. П. Широков // Итоги науки и техники. Проблемы геометрии. – М. : ВИНИТИ, 1979. – Т. 9. – 246 с.

4. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

5. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

6. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 514.756.2

О НАПРАВЛЕНИЯХ, ПАРАЛЛЕЛЬНО ПЕРЕНОСИМЫХ В НОРМАЛЬНЫХ СВЯЗНОСТЯХ НА ПОВЕРХНОСТИ В КОНФОРМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

DIRECTIONS TRANSLATED IN THE NORMAL CONNECTIONS ON THE SURFACE OF THE CONFORMAL SPACE

Т. В. Зверева

T. V. Zvereva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В настоящей работе изучается нормальная связность, индуцируемая нормальным оснащением поверхности V_m в конформном пространстве C_n. В частности, рассмотрено параллельное перенесение полей пучков касающихся между собой гиперсфер, а также 2-параметрической связки касательных гиперсфер к подмногообразию V_{n-2} в полученной связности.

Abstract. In this paper we study the normal connection induced by the normal framing of a surface V_m in the conformal space C_n. In particular, we study the parallel transmissien of fields of pencils of tangent hyperspheres, 2-parameter band of hyperspheres tangent to the variety V_{n-2} in the resulting connection.

Ключевые слова: *поверхность, нормализация, связность, параллельный перенос.*

Keywords: *surface, normalization, connection, translate.*

Актуальность исследуемой проблемы. Теория поверхностей конформного пространства C_n к настоящему времени разработана достаточно полно. Однако нормальные связности, индуцируемые различными оснащениями многомерных поверхностей, оставались малоизученными. Вопросы разработки теоретических и практических положений по изучению нормальных связностей на оснащенной поверхности представляют большой научный интерес и являются актуальными в связи с возможными приложениями полученных результатов в математике, механике и физике.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с использованием инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований, а именно методом внешних форм Э. Картана [5], методом нормализации А. П. Нордена [4] и методом продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми, актуальными и достоверными, они были доложены на международной конференции «Геометрия, топология, алгебра и теория чисел, приложения».

На протяжении всего изложения индексы принимают следующие значения:

$$I, J, K = \overline{1, n}; \ \lambda, \mu = \overline{0, n+1}; \ \alpha, \beta = \overline{m+1, n}; \ u, v = \overline{m+1, n-1}; \ i, j, k = \overline{1, m}.$$

Рассмотрим *m*-мерную поверхность $V_m \subset C_n$, отнесенную к полуизотропному полуортогональному реперу $R = \{A_0, A_I, A_{n+1}\}$. В данном репере дифференциальные уравнения поверхности имеют вид

$$\omega_0^\alpha = 0.$$

Пусть поверхность $V_m \subset C_n$ ($m < n-1$) нормально оснащена [1] полем $(n-m)$-сфер $[P_i]$, $P_i = x_i^0 A_0 + A_i$; это поле определяется полем квазитензора $\{x_i^0\}$:

$$dx_i^0 + x_i^0 \omega_0^0 - x_j^0 \omega_i^j + \omega_i^0 = x_{ij}^0 \omega_0^j.$$

Рассмотрим систему форм $\{\Theta_\alpha^0, \Theta_\alpha^\beta\}$, где

$$\begin{cases} \Theta_v^0 = \omega_v^0 - x_i^0 \omega_v^i, \ \Theta_n^0 = \omega_n^0 - x_i^0 \omega_n^i, \\ \Theta_v^u = \omega_v^u - \delta_v^u (\omega_0^0 - x_k^0 \omega_0^k), \\ \Theta_n^n = \omega_n^n - (\omega_0^0 - x_k^0 \omega_0^k), \\ \Theta_u^n = \omega_u^n = 0, \ \Theta_n^u = \omega_n^u = 0. \end{cases}$$

Эта система форм удовлетворяет структурным уравнениям Картана – Лаптева [3], [2]. Следовательно, она устанавливает фундаментально-групповую связность $\nabla^\perp$ в расслоении поля $(n-m)$-сфер $[P_i]$ (нормальную связность [6] на нормально оснащенной поверхности $V_m \subset C_n$ полем квазитензора x_i^0).

Поверхность $\widetilde{V}_m \subset Q_n^2 \subset \mathrm{P}_{n+1}$ является базисной для регулярной ($|g_{ij}| \neq 0$) квадратичной гиперполосы $H_m \subset \mathrm{P}_{n+1}$ с семейством главных касательных гиперплоскостей $\mathrm{T}_n(\mathrm{A}_0)$ к гиперквадрике Q_n^2 в точках $\mathrm{A}_0 \in \widetilde{V}_m$.

Нормальное оснащение поверхности $V_m \subset C_n$ при отображении Дарбу в пространстве P_{n+1} индуцирует взаимным и двойственным образом нормализованную регулярную m-мерную квадратичную гиперполосу $H_m \subset \mathrm{P}_{n+1}$, для которой базисной поверхностью является образ $\widetilde{V}_m \subset Q_n^2$ подмногообразия V_m и полем характеристик семейства касательных к Q_n^2 гиперплоскостей в точках $\mathrm{A}_0 \in \widetilde{V}_m$ служит поле $(n-m)$-мерных плоскостей $\Pi_{n-m}(\mathrm{A}_0) \equiv [\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_\alpha]$. Рассмотрим такую гиперполосу $H_m \subset \mathrm{P}_{n+1}$.

Условие параллельности поля направлений $[A_0, M]$, принадлежащего полю нормалей первого рода N_{n-m+1} гиперполосы $H_m \subset P_{n+1}$, в нормальной связности $\nabla^{\perp}$ при смещении вдоль любой кривой, лежащей на поверхности $\tilde{V}_m \subset Q_n^2 \subset P_{n+1}$, имеет вид:

$$\begin{cases} dx^{\alpha} + x^{\beta}\left(2\omega_{\beta}^{\alpha} - \Theta_{\beta}^{\alpha}\right) + x^{n+1}\left(a_{n+1k}^{\alpha}\omega_0^k - a_{n+1s}^{\alpha}x_0^0\omega_0^s - g^{sj}x_j^0\omega_s^{\alpha}\right) = x^{\alpha}\Theta, \\ dx^{n+1} = x^{n+1}\Theta \end{cases} \tag{1}$$

При $x^{n+1} = 0$ условие параллельности (1) поля характеристик $[A_0, A_{\alpha}]$ квадратичной гиперполосы $H_m \subset P_{n+1}$ в нормальной связности $\nabla^{\perp}$ примет вид

$$dx^{\alpha} + x^{\beta}\left(2\omega_{\beta}^{\alpha} - \Theta_{\beta}^{\alpha}\right) = x^{\alpha}\Theta . \tag{2}$$

При $\alpha = v$ и $\alpha = n$ условие (2) примет вид

$$\begin{aligned} &dx^{v} + x^{u}\omega_u^{v} - x^{v}\left(\omega_0^0 - x_k^0\omega_0^k\right) = x^{v}\Theta, \\ &dx^{n} + x^{n}\left(\omega_n^n - \omega_0^0 + x_k^0\omega_0^k\right) = x^{n}\Theta. \end{aligned} \tag{3}$$

Из последнего уравнения находим

$$\Theta = d\ln x^n + \omega_n^n - \omega_0^0 + x_k^0\omega_0^k , \tag{4}$$

следовательно, при этом значении Θ система (3) выполняется при $x^v = 0$. Последнее означает, что направление прямой $[A_0 A_n]$ переносится параллельно в связности $\nabla^{\perp}$.

При значении Θ (см. (4)) из (3_1) имеем

$$dx^{v} + x^{u}\omega_u^{v} = x^{v}\left(d\ln x^n + \omega_n^n\right). \tag{5}$$

Соотношение (5) есть условие параллельного перенесения направления прямой $[A_0 K]$ в связности $\nabla^{\perp}$, где $K = A_0 + x^v A_v$.

При $m = n - 2$ уравнение (5) вполне интегрируемо; следовательно, 2-мерная характеристика $\Pi_2(A_0) = [A_0, A_{n-1}, A_n]$ переносится параллельно в связности $\nabla^{\perp}$. Доказана

Теорема 1. *При любом нормальном оснащении поверхности $V_{n-2} \subset C_n$ поле 2-мерных характеристик $[A_0, A_{n-1}, A_n]$ гиперполосы $H_{n-2} \subset P_{n+1}$ параллельно переносится в нормальной связности $\nabla^{\perp}$.*

Так как характеристика $[A_0, A_{n-1}, A_n]$ гиперполосы $H_{n-2} \subset P_{n+1}$ при отображении Дарбу есть образ 2-параметрической связки касающихся между собой в точке $A_0 \in V_{n-2}$ гиперсфер $Q = \eta^{\alpha} A_{\alpha} + \eta^0 A_0$, ортогональных гиперсферам $P_i = x_i^0 A_0 + A_i$, то теорему 1 можно сформулировать на языке конформного пространства C_n:

Теорема 1*. *При любом нормальном оснащении поверхности* $V_{n-2} \subset C_n$ *поле 2-параметрической связки касательных гиперсфер* $Q = \eta^{\alpha} A_{\alpha} + \eta^{0} A_0$ *подмногообразия* V_{n-2} *параллельно переносится в нормальной связности* $\nabla^{\perp}$.

Пусть поле прямых $[\mathrm{A}_0, \mathrm{M}]$ совпадает с полем инвариантных прямых $h \equiv [\mathrm{A}_0, \mathrm{N}_{n+1}]$; условием последнего является равенство $x^{\alpha} = 0$. Условием параллельности поля прямых h в нормальной связности $\nabla^{\perp}$ является обращение в нуль тензора A^{α}_{n+1k}.

Таким образом, справедлива

Теорема 2. *Поле инвариантных прямых* $h \equiv [\mathrm{A}_0, \mathrm{N}_{n+1}]$ *на гиперполосе* $H_m \subset \mathrm{P}_{n+1}$, *определяемое полем квазитензора* x^0_i, *является параллельным в нормальной связности* $\nabla^{\perp}$ *тогда и только тогда, когда тензор* A^{α}_{n+1k} *обращается в нуль.*

Сформулируем теорему 2 на языке конформного пространства C_n:

Теорема 2*. *Поле инвариантных пучков, касающихся между собой в точках* $A_0 \in V_m$ *гиперсфер* $P = \xi^{n+1} N_{n+1} + \xi^0 A_0$, *определяемое полем квазитензора* x^0_i, *является параллельным в нормальной связности* $\nabla^{\perp}$ *тогда и только тогда, когда тензор* A^{α}_{n+1k} *обращается в нуль.*

Резюме. Доказано, что при любом нормальном оснащении поверхности $V_{n-2} \subset C_n$ поле 2-параметрической связки касательных гиперсфер Q подмногообразия V_{n-2} параллельно переносится в нормальной связности $\nabla^{\perp}$; а поле инвариантных пучков, касающихся между собой в точках $A_0 \in V_m$ гиперсфер P, является параллельным в нормальной связности $\nabla^{\perp}$ тогда и только тогда, когда тензор A^{α}_{n+1k} обращается в нуль.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акивис, М. А.* К конформно-дифференциальной геометрии многомерных поверхностей / М. А. Акивис // Математический сборник. – М., 1961. – Т. 53. – № 1. – С. 53–72.

2. *Евтушик, Л. Е.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л. Е. Евтушик, Ю. Г. Лумисте, Н. М. Остиану, А. П. Широков // Итоги науки и техники. Проблемы геометрии. – М. : ВИНИТИ, 1979. – Т. 9. – 246 с.

3. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

4. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

5. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

6. *Чакмазян, А. В.* Нормальная связность в геометрии подмногообразий / А. В. Чакмазян. – Ереван : Армянск. пед. ин-т, 1990. – 116 с.

УДК 664.6.002

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

TECHNOLOGY OF PASTA FORMATION WITH THE USAGE OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD OF ULTRAHIGH FREQUENCY

В. С. Иванов, Г. В. Новикова

V. S. Ivanov, G. V. Novikova

ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. Высокотемпературный режим формования макаронных изделий достигается воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (СВЧ). Для реализации такого режима разработан пресс, рабочая камера которого является объемным резонатором СВЧ-установки. При этом нагнетающий шнек обеспечивает пульсирующий режим при эндогенном нагреве сырья.

Abstract. High- **temperature** conditions of pasta formation are attained by the impact of electromagnetic fields of ultrahigh frequency (UHF). To implement such conditions a press, the working chamber of uhich is a volumetric resonator of (UHF) appliance is designed. At the same time a forcing screw provides a pulsating mode with endogenous heating of materials.

Ключевые слова: *макаронный пресс, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, высокотемпературное формование макаронных изделий.*

Keywords: *macaroni press, electromagnetic field of ultrahigh frequency, high-temperature formation of pasta.*

Актуальность исследуемой проблемы. В России объем производства макаронной продукции в год составляет 700…800 тыс. тонн при потреблении на душу населения около 7 кг и импорте макаронной продукции до 200 тыс. тонн. Что касается технологического оборудования, следует отметить, что дальнейшее развитие макаронного производства идет по пути совершенствования технологии и техники замеса, формования теста, сушки изделий. В этой связи актуальна разработка технологии и технических средств, обеспечивающих высокотемпературные режимы формования макаронных изделий, позволяющих ускорить процесс.

Научную новизну представляют технология и разработанная, изготовленная установка для высокотемпературного формования макаронных изделий с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (СВЧ), рабочие режимы и комплекс ее конструктивно-технологических параметров.

Материал и методика исследований. С опорой на объективно существующие закономерности процесса эндогенного нагрева продуктов решена научно-техническая задача – разработка установки, обеспечивающей эффективные теплообменные процессы при использовании пульсирующих режимов СВЧ-нагрева сырья.

Результаты исследований и их обсуждение. Традиционный низкотемпературный режим формования макаронных изделий имеет чрезмерную продолжительность. Режимы высокотемпературного формования изделий предполагают конвективный или кондуктивный методы подвода энергии. Традиционные режимы формования макаронного теста, используемые на шнековых прессах, допускают повышение температуры теста перед матрицей до 50…55 °С, исходя из того, что при больших температурах происходят денатурация белковых веществ, потери связующих свойств клейковины, следовательно, ослабление структуры макаронных изделий [1]. Более интенсивным методом передачи энергии сырью является воздействие на него электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона. Большая стоимость СВЧ-энергии по сравнению с кондуктивным методом перекрывает экономию от сокращения длительности формования изделий. Но при СВЧ-нагреве сырья испаряется влага, что может привести к образованию внутри сырых изделий паровоздушных пузырьков. В то же время, как показали исследования, эти недостатки можно преодолеть путем использования пульсирующих режимов, которые предусматривают чередование периодов эндогенного нагрева и остывания изделия.

Технологический процесс высокотемпературного формования макаронных изделий с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) включает следующие операции: 1) подачу сырья в резонаторную камеру; 2) эндогенный нагрев сырья; 3) нагнетание теста в формующую головку; 4) формование макаронных изделий (рис. 1).

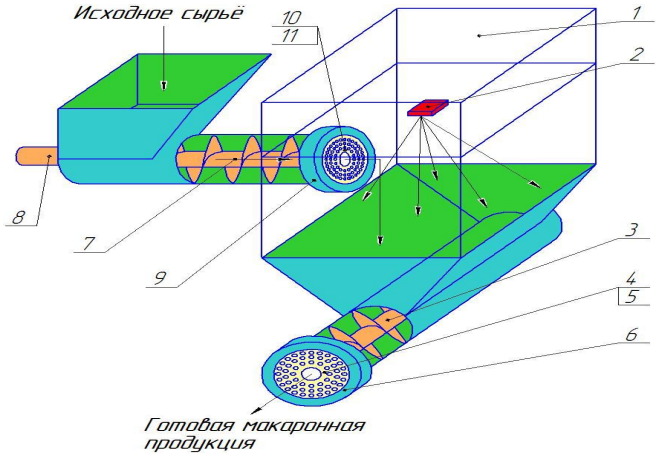


Рис. 1. ***Схема процесса формования макаронных изделий: 1 – СВЧ-генератор; 2 – излучатель; 3 – нагнетающий шнек; 4 – матрица; 5 – решетка; 6 – прижимное устройство; 7 – диэлектрический подающий шнек; 8 – вал для привода; 9 – диэлектрическое прижимное устройство; 10 – вторая решетка; 11 – крестообразный нож***

На рис. 2 представлено реальное исполнение опытного образца установки для высокотемпературного формования макаронных изделий. Проектируемая электродинамическая система СВЧ-установки**,** т. е. рабочая камера, в которой происходит воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты, является резонаторной. В качестве объемного резонатора использовали замкнутый с обоих концов волновод с трапецеидальным поперечным сечением длиной, равной целому числу полуволн. Основные задачи при расчете и конструировании рабочих камер состоят в согласовании рабочей полосы частот резонатора и генератора и равномерном нагреве сырья. Объем камер должен быть достаточно большим для обработки значительного количества теста и полного использования мощности СВЧ-генератора.

а) б)

Рис. 2. ***Оборудование для высокотемпературного формования макаронных изделий: а) вид сверху, где виден объемный резонатор; б) вид сбоку с генераторным блоком, установленным над объемным резонатором***

При увеличении продолжительности СВЧ-нагрева влажность сырья быстро снижается, что обусловлено ростом температуры внутренних слоев изделия. Поскольку сырье является пластичным материалом, резкий нагрев ее внутренних слоев приводит к превращению внутренней влаги в пар, который, расширяясь, образует пузырьки, снижающие прочность готового изделия и ухудшающие ее внешний вид. Поэтому необходимо использовать пульсирующий режим формования макаронных изделий. Для обеспечения такого режима в рабочей камере предусмотрен нагнетающий шнек, который расположен так, что является элементом стенки резонаторной камеры. Когда сырье находится между витками шнека, оно подвергается воздействию ЭМП СВЧ; при повороте шнека сырье окажется внизу, т. е. за рабочей камерой, в это время сырье отволаживается. Таким образом, происходит чередование периодов «нагрев – отволаживание». При нагнетании уплотненного нагретого теста к матрице в шнековой камере внутренние слои теста испытывают постоянные деформации сдвига и смещения слоев. Наблюдается турбулентный характер движения теста. При увеличении температуры до 60 ^{o}C структура теста не фиксируется: денатурирующаяся клейковина, находящаяся в постоянном смещении, не может сформировать устойчивую структурную решетку вплоть до продавливания теста через отверстия матрицы. Набухающие зерна крахмала увеличивают свою пластичность, повышая текучесть теста. В результате увеличение температуры приводит к постоянному росту скорости выпрессовывания изделий и снижению давления прессования.

Резюме. Использование пульсирующего многократного СВЧ-нагрева сырья при всех проанализированных интенсивностях нагрева позволяет значительно сократить энергетические затраты на формование макаронных изделий и получить изделия хорошего качества без трещин, со стекловидным изломом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев, Г. М.* Технология макаронного производства / Г. М. Медведев. – М. : Колос, 2000. – 272 с.

УДК 664.6.002

УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ФОРМОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

THE APPLIANCE FOR HIGH-TEMPERATURE FORMATION OF PASTA

В. С. Иванов, М. В. Белова

V. S. Ivanov, M. V. Belova

ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. Выявлено, что для снижения энергетических затрат на изготовление улучшенных по структуре и свойствам макаронных изделий необходимо осуществить воздействие электромагнитным излучением на тесто перед его формованием через матрицу. Техническая новизна разработанного пресса заключается в том, что камера, предназначенная для нагнетания теста в формующую головку, служит объемным резонатором сверхвысокочастотной установки. Подача тестовых заготовок в рабочую камеру осуществляется с помощью диэлектрического нагнетателя, привод которого связан с общим приводом пресса.

Abstract. It has been revealed that in order to decrease power expenses while improving structure and properties of pasta, the pastry should undergo electromagnetic radiation before its formation through a matrix. Technical novelty of the developed press consists in the chamber intended for feeding the forming head with pastry that serves as the volumetric resonator of superhigh-frequency installation as well the teeding of the pastry into the working chamber is carried out by means of the dielectric supercharger the drive of which is connected with general drive of the press.

Ключевые слова: *макаронный пресс, электромагнитное поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), высокотемпературное формование макаронных изделий.*

Keywords: *macaroni press, electromagnetic field of ultrahigh frequency, high-temperature formation of pasta.*

Актуальность исследуемой проблемы. Объем производства макаронных изделий в Российской Федерации в 2010 г. составил более 1 млн тонн, а динамика потребительского рынка – 40 млрд рублей в год.

Обзор существующих технологий и технических средств для формования макаронных изделий показывает, что энергетические затраты достаточно высокие, они составляют 5,6 кВт·ч/кг и имеют производительность от 10 до 250 кг/ч. Термообработка макаронного теста на стадии замеса ограничена интервалом температур 60…65 °С, но с целью увеличения производительности пресса возможен кратковременный нагрев теста до более высоких температур [1]. В существующих технологиях это осуществляют путем нагрева матрицы. В этом случае нагревается лишь поверхностный слой формируемого изделия и может происходить заваривание теста.

С целью увеличения текучести теста, позволяющей увеличить скорость выпрессовывания, а значит, снизить энергетические затраты на формование макаронных изделий, нами разработан пресс с использованием энергии электромагнитных излучений и возможностью регулирования температурного режима (рис. 1).

Целью настоящей работы является разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров пресса для высокотемпературного формования макаронных изделий при минимальных энергетических затратах. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1) разработать принцип высокотемпературного формования макаронных изделий с использованием сверхвысокочастотной энергии;

2) обосновать режимы и конструктивные параметры пресса для формования макаронных изделий (производительность, удельная мощность и скорость термообработки макаронного теста, энергетический коэффициент полезного действия);

3) разработать, создать и испытать в производственных условиях пресс для высокотемпературного формования макаронных изделий;

4) оценить технико-экономическую эффективность применения модернизированного пресса для высокотемпературного формования макаронных изделий.

Материал и методика исследований. Источником СВЧ-энергии служил генератор H–MW1317, работающий на частоте 2450 МГц, с потребляемой мощностью 1200 Вт. Измерение частоты электромагнитного поля проводили электронно-счетным частотомером Ч3-34. Контроль биологически опасных электромагнитных излучений (напряженность и плотность потока энергии) около СВЧ-установки осуществляли с помощью измерителя электромагнитных излучений ПЗ-31 (до 40000 МГц, 615 В/м) в испытательной лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашия». Контроль за напряженностью электрического поля осуществляли также с помощью прибора, основанного на принципе свечения газа, интенсивность которого в баллончике при данной частоте прямо пропорциональна напряженности электрического поля.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что для придания тесту оптимальных реологических свойств производится подогрев головки пресса с помощью электрических нагревателей. Одним из направлений модернизации конструкций пресса, применяемых в макаронном производстве, может быть поиск устройства рабочих органов для заключительной обработки теста перед выпрессовкой, которые будут осуществлять воздействие на продукт более энергетически экономично и благоприятно, чем использование электрических нагревателей в виде ТЭНа.

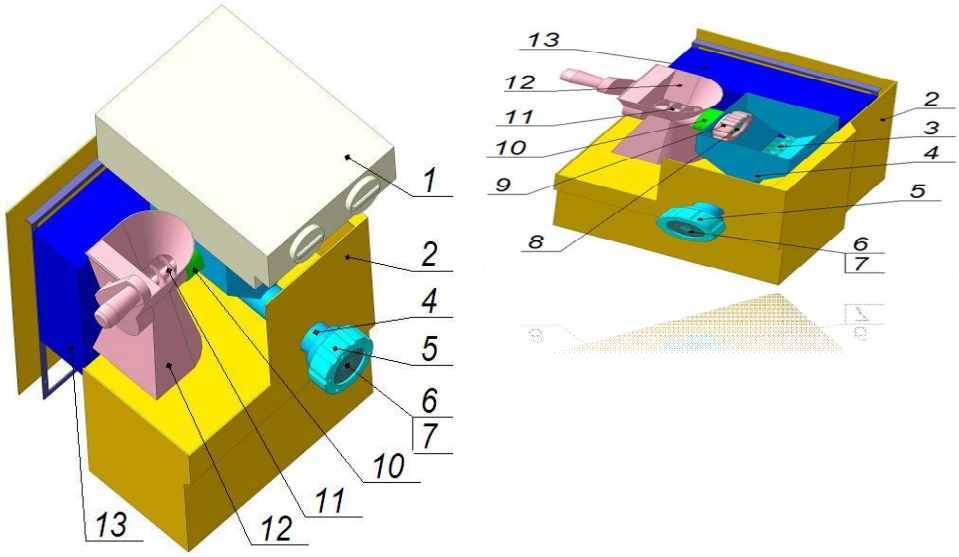
Для получения тестовой заготовки определенной формы и размера для макаронного изделия тесто прессуется в предматричной камере шнекового пресса и продавливается через отверстия в матрице. В ходе осуществления данной операции тесто подвергается дополнительному механическому воздействию с обработкой в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) с целью изменения структуры и его свойства.

Для теоретического обоснования конструктивно-технологических параметров пресса изучены диэлектрические характеристики макаронного теста в зависимости от температуры нагрева на частоте 2450 МГц. Анализ показывает, что диэлектрическая проницаемость макаронного теста влажностью 10,5 % при изменении температуры от 50 до 125 °С колеблется в пределах 4,6…6,5, а тангенс угла диэлектрических потерь – 0,13…0,15.

На основе анализа машинно-аппаратных схем производства макаронных изделий мы сделали вывод, что пресс, разрабатываемый с использованием энергии электромагнитных излучений, следует устанавливать после тестомесильной машины.

Последовательность технологического процесса высокотемпературного формования макаронных изделий в установке следующая: подача сырья в резонаторную камеру; эндогенный нагрев; нагнетание теста в формующую головку; формование макаронных изделий. Разработанный нами пресс состоит из СВЧ-генератора 1, нагнетающего шнека 3, матричного механизма 5, 6, 7, устройства предварительно выпрессовывания сырья 8, 9, 10, 11, 12 и мотора-редуктора 13 (рис. 1).

Исходное сырье подается в загрузочную емкость и нагнетается с помощью шнека 7 в резонаторную камеру 1, где происходит процесс нагрева теста в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. При этом происходит положительное изменение свойств белка и крахмала в каждой частице продукта. Далее макаронное тесто с помощью шнека-нагнетателя 3 продавливается через матрицу 4 и решетку 5, где формуется готовая макаронная продукция. После чего изделия направляются на сушку.



а) б)

Рис. 1. ***Установка для высокотемпературного формования макаронных изделий (а) общий вид; б) установка без генераторного блока): 1 – СВЧ-генератор; 2 – корпус; 3 – нагнетающий шнек; 4 – объемный резонатор; 5 – прижимное устройство; 6 – матрица; 7 – решетка формующая; 8 – вторая решетка и крестообразный нож; 9 – диэлектрическое прижимное устройство; 10 – защитный экран; 11 – диэлектрический шнек; 12 – корпус предварительного выпрессовывателя; 13 – привод нагнетающего шнека***

В предварительных исследованиях нами было установлено, что при высокотемпературном формовании макаронных изделий за счет использования СВЧ-энергии происходит снижение энергетических затрат при высоком качестве продуктов.

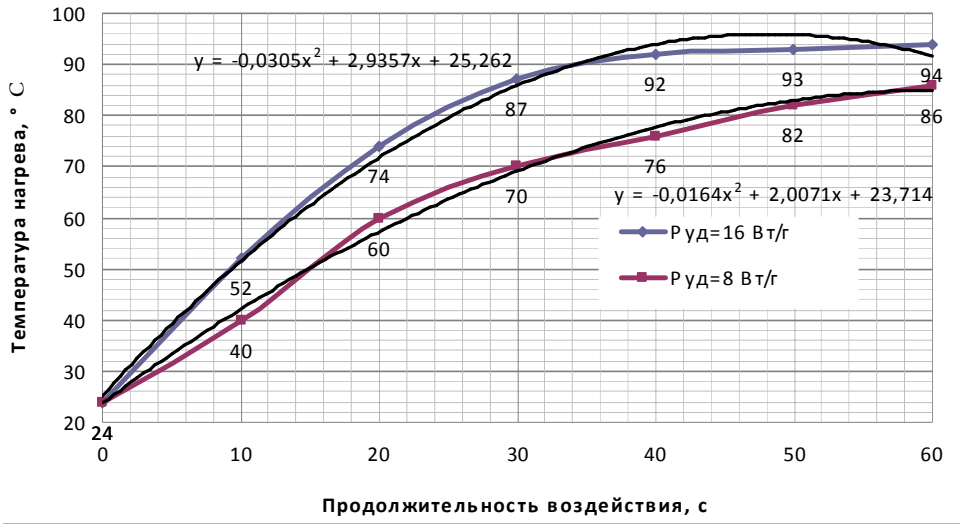


Рис. 2. ***Динамика нагрева макаронного теста в ЭМП СВЧ при разных удельных мощностях: 1–16 Вт/г; 2–8 Вт/г***

При высокотемпературном способе формования сырье следует эндогенно нагревать до 45…50 °С за 8…12 с при удельной мощности 16…8 Вт/г соответственно (рис. 2). При этом энергетические затраты составляют 0,028 Вт·ч/г. В базовом варианте при использовании трубчатого электронагревателя матрицы энергозатраты на нагрев макаронного теста составляют более 0,035 Вт·ч/г.

Резюме. На основе разработанного алгоритма согласования конструктивно-технологических параметров установки для высокотемпературного формования макаронных изделий выявлены эффективные режимы.

Разработанная СВЧ-технология формования макаронных изделий дает реальный эффект при производстве вермишели, лапши, макарон, ракушек и т. п. Разработанная методика расчета и согласования конструктивно-технологических параметров СВЧ-установки является предпосылкой для применения принципиально новой энергосберегающей электротехнологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хромеенков, В. М.* Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик / В. М. Хромеенков. – СПб. : ГИОРД, 2002. – 496 с.

УДК 547.783+547.784.2

СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИЙ КОНДЕНСАЦИИ С КАРБАМИДОМ

COMPOUNDS BASED ON THE REACTIONS OF CONDENSATION WITH CARBAMIDE

В. А. Козлов, К. В. Новиков

V. A. Kozlov, K. V. Novikov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что α-кетокислоты реагируют с карбамидом с образованием азотсодержащих гетероциклических соединений. Выявлена возможность синтеза гидантоинов в мягких условиях без участия катализаторов.

Abstract. It has been established that α-ketocarbonic acids can react with carbamide with the formation of nitrogen-including heterocyclic compounds. The basic possibility of 4-replaced hydantoins synthesis in soft conditions without application of catalysts has been established.

Ключевые слова: *гидантоин, имидазол, α-кетокислота, карбамид, гетероцикл.*

Keywords: *hydantoin, imidazole, α-ketocarbonic acid, carbamide, heterocycle.*

Актуальность исследуемой проблемы. Получение, апробация и внедрение в народное хозяйство новых соединений с широким спектром полезных свойств – приоритетная задача современной органической химии и биотехнологии. В связи с этим целью нашей работы явилось изучение реакций получения имидазол-2,5-дионов, или гидантоинов. Вещества с гидантоиновой структурой в составе представляют интерес как действующие начала противоаритмических и противоэпилептических препаратов, компоненты многих косметологических средств.

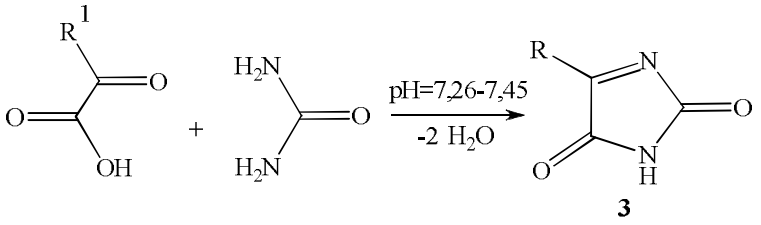
Материал и методика исследований. Синтез искомого соединения проводили несколькими способами:

1) нагреванием раствора, содержащего эквимолярные количества карбамида и α-оксокислоты (по 0,1 М каждого соединения), на водяной бане до 80 °С с последующим охлаждением на воздухе;

2) смешиванием эквимолярных количеств карбамида и α-оксокислоты при комнатной температуре;

3) смешиванием эквимолярных количеств карбамида и α-оксокислоты при +4°С.

В результате был получен ряд соединений с гидантоиновой структурой (**3**).

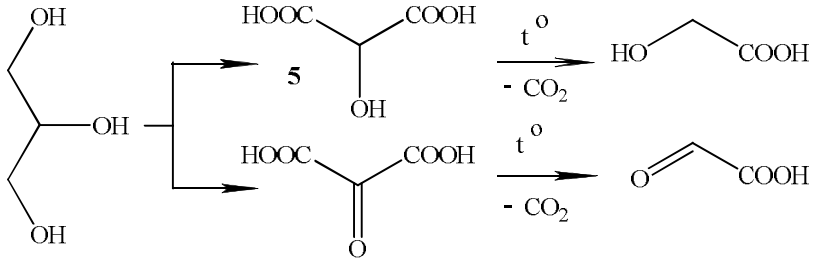


1 а–д

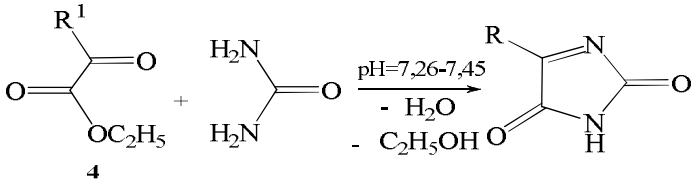
R= $(CH_2)_2COOH$ (а), OH (б), CH_3 (в), COOH (г), $COOC_2H_5$ (д)

Во время проведения синтеза бесцветный раствор карбамида и α-оксокислот приобретал соломенно-желтый оттенок. Реакция протекала как при нагревании, так и при комнатной температуре и при +4 °С [3, 4], [4, 187], [5, 135].

Некоторые α-оксокислоты, необходимые для исследования, были получены синтетически. Окислением глицерина перманганатом калия [6, 29] была получена мезоксалевая кислота (**5**) в смеси с тартроновой кислотой, которые декарбоксилируются при нагревании с образованием гликолевой и глиоксалевой кислот.



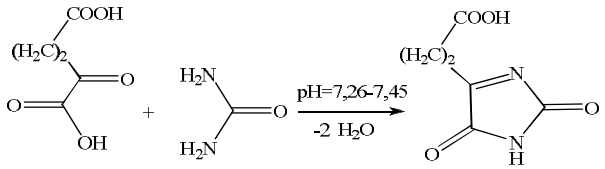
Для определения структуры полученных соединений проводили кристаллизацию путем спонтанного выпаривания в течение 2–3 месяцев. Структуры синтезированных веществ определены методом спектроскопии ЯМР ^{1}H. Спектр ЯМР ^{1}H зарегистрирован на приборе Bruker DRX-500 с рабочей частотой 500,13 MHz, растворитель DMSO-d6, внутренний стандарт ГМДС. Идентификация структуры веществ в растворе была проведена с помощью газового хроматографа Shimadzu GCMS-QP2010S. Спектр ЯМР ^{1}H 3-(2,5-диоксо-2,5-дигидроимидазол-4-ил)-пропионовой кислоты характеризуется наличием двух мультиплетов метиленовых протонов с химическими сдвигами 1,90 м.д. и 2,25 м.д. и синглетом имидного протона с δ=8,10 м.д. [3, 5].



1 а-д

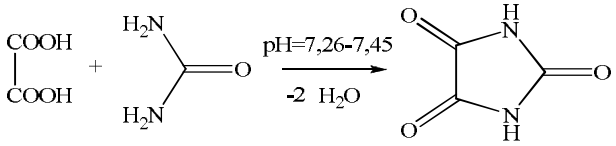
R= $(CH_2)_2COOH$ (а), OH (б), CH_3 (в), COOH (г), $COOC_2H_5$ (д)

Результаты исследований и их обсуждение. Предположительный природный источник гидантоинов – парабиохимическая реакция в живых организмах. 3-(2,5-Диоксо-2,5-дигидроимидазол-4-ил)-пропионовая кислота (**1**) образуется из α-кетоглутаровой кислоты и мочевины в результате реакции, сопровождающей цикл Кребса [2, 158], [8, 66].



1

Этот процесс воспроизводим и в лабораторных условиях, и в условиях, приближенных к условиям внутренней среды организма человека. α-оксокислоты способны реагировать с карбамидом с образованием имидазолин-2,5-дионовой структуры (с каким-либо заместителем в 4-м положении в зависимости от структуры взятой α-оксокислоты). Такая способность к реакциям конденсации с карбамидом была выявлена также у пировиноградной, мезоксалевой, глиоксиловой кислот и их этиловых эфиров. Реакция образования имидазол-2,4,5-триона (**2**) или уреида щавелевой кислоты уже известна.



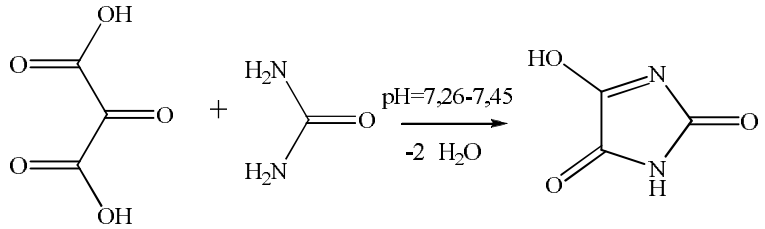
2

В водном растворе при pH=7,0 соединение (**1**) существует в форме цвиттериона, а при подкислении раствора может переходить из лактамной формы в лактимную. Полученное нами соединение соответствует по структуре 3-(2,5-диоксо-2,5-дигидроимидазол-4-ил)-пропионовой кислоте (рис. 1) [8, 65]. Близким по структуре соединением является гидантоинпропионовая кислота, образующаяся у человека, приматов и крыс в процессе катаболизма гистидина и имеющая следующее строение:

Рис. 1. ***Гидантоинпропионовая кислота***

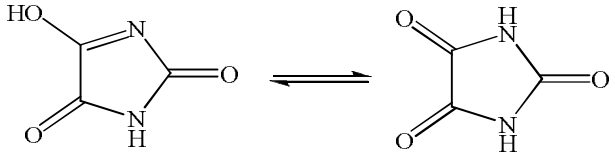
Другие кислоты были взяты нами для обоснования предположения, что карбамид и α-оксокислоты образуют вещества с гидантоиновой структурой в мягких условиях. Спирт в реакциях конденсации проявляет себя как лучший уходящий агент, чем вода. Этим было обусловлено использование этиловых эфиров (**4**) α-оксокислот в реакциях с карбамидом [2].

Мы столкнулись с явлением таутомерии у некоторых из синтезированных нами соединений. Мезоксалевая кислота (**5**) реагирует с карбамидом с образованием 4-гидрокси-1Н-имидазол-2,5-диона (**6**).



5 **6**

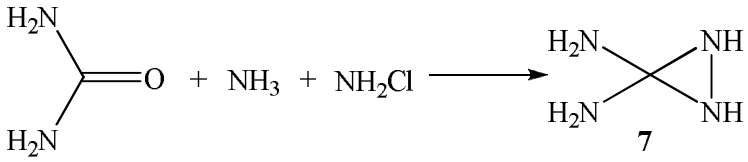
Продукт (**6**) этой реакции в результате явления кетоенольной таутотомерии переходит в уже упомянутый нами имидазол-2,4,5-трион (**2**) (уреид щавелевой кислоты, или парабановая кислота), который более стабилен, чем соединение (**6**). Таутомерный переход происходит в растворе, и регистрируется присутствие обеих таутомерных форм (**2**) и (**6**).



6 **2**

Необходимо проведение исследований ранее неизвестного метаболического пути образования дегидрогидантоин-5-пропионовой кислоты (**1**) в биологических объектах и установление ее физиологической роли. Биологическая целесообразность ее существования в живых объектах может быть объяснена необходимостью связывания мочевины для снижения ингибирующего эффекта ее высоких концентраций на клеточные ферменты [4].

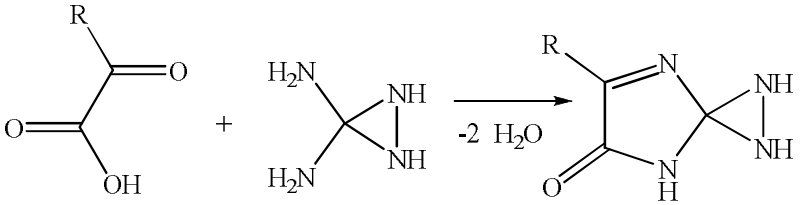
Безусловно, синтезы на основе карбамида и оксокислот являются перспективным направлением современной химической науки, и продолжение видится в работе не только с карбамидом, но и с подобными ему соединениями и его производными. Это направление будет развиваться в сторону сборки различных гетероциклов, спиросоединений, бициклов на основе все тех же α-оксокислот, карбамида и их производных. Модификацию базовых соединений нужно осуществлять с помощью соответствующих химических реакций. Карбамид может быть преобразован в 3,3-диаминодиазиридин (**7**) [7, 108].



7

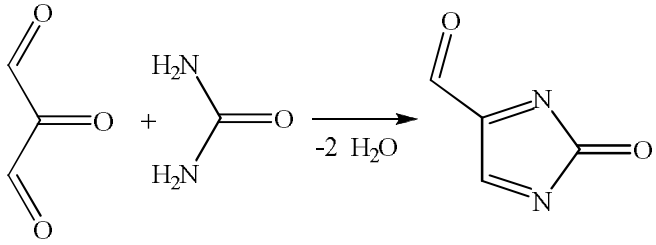
Наличие геминальных аминогрупп в 3-м положении этого соединения обуславливает возможность взаимодействия с α-оксокислотами.

Реакция их конденсации с α-оксокислотой, скорее всего, приводит к сборке 6-замещенного 1,2,4,7-тетраазаспиро[2,4]гепт-6-ен-5-она (**8**).



8

Перспективными объектами исследований в области синтезов на основе карбамида являются карбонильные соединения, а именно диальдегиды и им подобные соединения. Они проявляют активность в реакциях конденсации. Предположительно в результате реакций конденсации с карбамидом этой группы веществ образуются оксимидазолкарбальдегиды. Примером такой реакции может служить взаимодействие между карбамидом и мезоксалевым диальдегидом (**9**) с образованием 2-оксо-2Н-имидазол-4-карбальдегида (**10**).



9 **10**

В составе продукта (**10**) присутствует система сопряженных двойных связей, которая стабилизирует его, по этой причине образование данного соединения энергетически выгодно (рис. 2).

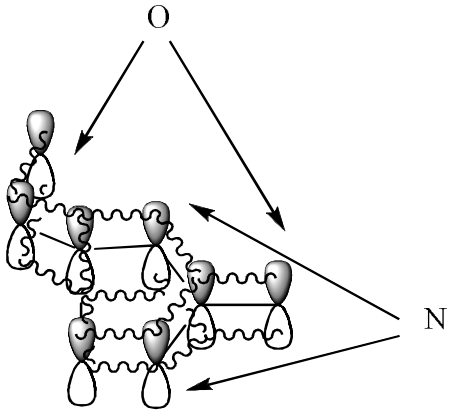
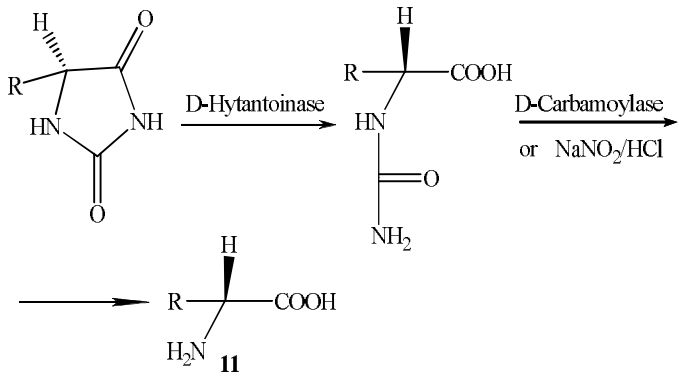


Рис. 2. ***Схема сопряженных двойных связей в молекуле 2-оксо-2Н-имидазол-4-карбальдегида***

Группа веществ, объединенных названием «гидантоины», может служить сырьем для производства α-аминокислот (**11**), что является практически значимым применением результатов исследования [1, 117–118]. Фермент D-гидантоиназа расщепляет гидантоиновые производные до α-аминокислот, вращающих вправо плоскость поляризованного света. Последующая их обработка микробной изомеразой α-D-аминокислот дает возможность получения комплекса незаменимых аминокислот.



Резюме. Показана перспектива синтеза азотсодержащих гетероциклов на основе реакций конденсации α-кетокислот с карбамидом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров, К. Е.* Функциональная аннотация аминокислотных последовательностей на основе локального сходства / К. Е. Александров, Б. Н. Соболев, Д. А. Филимонов, В. В. Поройков // Вестник ВОГиС. – 2009. – Т. 13. – № 1 – С. 114–121.

2. *Козлов, В. А.* Инновационная привлекательность синтеза гидантоиновых производных из мочевины и α-кетоглутарата / В. А. Козлов, К. Г. Матьков, А. Н. Лыщиков // Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI-2007» : материалы школы / под ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2007. – С. 158–159.

3. *Козлов, В. А.* Реакции конденсации с мочевиной как новое направление синтеза 5-замещенных гидантоинов и производных пиперидина / В. А. Козлов, К. В. Новиков, Д. А. Ионова, К. Г. Матьков, А. Н. Лыщиков, А. Н. Васильев // «Наука и инновации – 2008» ISS «SI–2008» : материалы Третьего международного научного семинара «Фундаментальные исследования и инновации» и Всероссийского молодежного научного семинара «Наука и инновации – 2008». – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2008. – С. 3–8.

4. *Новиков, К. В.* Синтез азотсодержащих гетероциклов на основе реакций конденсации мочевины и оксокислот / К. В. Новиков, В. А. Козлов, Д. А. Ионова // Актуальные проблемы химической науки, практики и образования : сб. ст. международ. науч.-практ. конф. – Курск : Курск. гос. техн. ун-т, 2009. – С. 186–189.

5. *Новиков, К. В.* Конденсация оксокислот с карбамидом как метод получения веществ с гидантоиновой структурой / К. В. Новиков, В. А. Козлов, Д. А. Ионова // Идеи и наследие А. Е. Фаворского в органической и металлоорганической химии XXI века : сб. тр. Всероссийской молодежной конференции-школы, посвящ. 150-летию со дня рожд. А. Е. Фаворского. – СПб. : СПбГУ, 2010. – С. 135.

6. *Рахманкулов, Д. Л.* Физические и химические свойства глицерина / Д. Л. Рахманкулов, Б. Х. Кимсанов, Р. Р. Чанышев. – М. : Химия, 2003. – 200 с.

7. *Шмитц, Э.* Трехчленные гетероциклы с двумя гетероатомами / Э. Шмитц ; пер. с нем. Л. Л. Родиной и С. И. Якимовича ; под ред. И. К. Коробицыной. – М. : Мир, 1970. – 257 с.

8. *Kozlov, V. A.* Urea and α-ketoglutarat spontaneously form dehydrohydantoin-5-propionic acid in vitro / V. A. Kozlov, K. G. Matkov, A. N. Lyschikov // European J. Natur. Hist. – 2007. – № 6. – P. 65–67.

УДК 514.756

ДВОЙСТВЕННАЯ ГЕОМЕТРИЯ ТКАНЕЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИИ ГИПЕРПЛОСКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЕКТИВНО-МЕТРИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

DUAL GEOMETRY OF MATERIALS ON DISTRIBUTION OF HYPERPLANE ELEMENTS IN PROJECTIVE-METRIC SPACE

Н. В. Кондратьева

N. V. Kondratyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В работе для (n–1)-ткани, заданной на регулярном распределении гиперплоскостных элементов M в проективно-метрическом пространстве K_n, указаны пути построения ее двойственной теории.

Abstract. In this paper for (n–1)-material, defined by the regular distribution of hyperplane elements M in projective-metric space K_n, the ways for the construction of its dual theory are given.

Ключевые слова: *проективно-метрическое пространство, нормализация, распределение гиперплоскостных элементов, ткань, псевдофокус, псевдофокальная гиперплоскость, двойственность.*

Keywords: *projective-metric space, normalization, distribution of hyperplane elements, material, pseudo-focus, pseudo-focal hyperplane, duality.*

Актуальность исследуемой проблемы. Двойственная геометрия тканей на неголономных подмногообразиях, погруженных в проективно-метрическое пространство, ранее не изучалась.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с помощью инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований, а именно методом внешних форм Э. Картана [11], методом нормализации А. П. Нордена [6] и методом продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми, достоверными и актуальными; они докладывались на заседаниях научно-исследовательских семинаров по геометрии.

Индексы на протяжении всей работы принимают следующие значения:

$$\overline{I}, \overline{K}, \overline{L} = \overline{0, n}; I, K, L = \overline{1, n}; i, j, k, l, s, t = \overline{1, n-1}.$$

1. Рассмотрим n-мерное проективное пространство P_n; деривационные формулы проективного репера $R = \{A_{\bar{I}}\}$ и уравнения структуры проективного пространства имеют соответственно вид [11]:

$$dA_{\bar{I}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} A_{\bar{K}}, \; D\omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{L}} \wedge \omega_{\bar{L}}^{\bar{K}}, \; \omega_{\bar{L}}^{\bar{L}} = 0 . \tag{1}$$

Проективно-метрическим пространством K_n [6] называется проективное пространство P_n, в котором задана неподвижная гиперквадрика Q_{n-1} (абсолют):

$$g_{\overline{IK}} x^{\bar{I}} x^{\bar{K}} = 0, \; g_{[\overline{IK}]} = 0; \tag{2}$$

условие его неподвижности определяется уравнениями [4]:

$$dg_{\overline{IK}} - g_{\overline{IL}} \omega_{\bar{K}}^{\bar{L}} - g_{\overline{LK}} \omega_{\bar{I}}^{\bar{L}} = \Theta \cdot g_{\overline{IK}}, \; D\Theta = \Theta \wedge \Theta_0^0 . \tag{3}$$

Считая $g_{00} \neq 0$ (это равносильно тому, что $A_0 \notin Q_{n-1}$), за счет нормировки коэффициентов $g_{\overline{IK}}$ гиперквадрики и вершин репера R уравнение (2) абсолюта Q_{n-1} и условия его неподвижности (3) можно записать [9] соответственно в виде

$$a_{IK} x^I x^K + \frac{1}{c}(g_{I0} x^I + c x^0)^2 = 0 , \tag{4}$$

$$da_{IK} - a_{IL}\omega_K^L - a_{LK}\omega_I^L = -\frac{1}{c}(a_{IL} g_{K0} + a_{KL} g_{I0})\omega_0^L, \; dg_{I0} - g_{L0}\omega_I^L - c\omega_I^0 = a_{IL}\omega_0^L , \tag{5}$$

где

$$a_{IK} = g_{IK} - \frac{g_{I0} g_{K0}}{c}, \; a_{IK} = a_{KI}, \; c = g_{00} = const \neq 0 ;$$

при этом форма ω_0^0 становится главной:

$$\omega_0^0 = -\frac{1}{c} g_{0L} \omega_0^L . \tag{6}$$

Структурные уравнения проективно-метрического пространства K_n в силу (1), (6) имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} &D\omega_0^0 = \omega_0^L \wedge \omega_L^0, \; D\omega_K^I = \omega_K^0 \wedge \omega_0^I + \omega_K^L \wedge \omega_L^I, \; \omega_L^L = \frac{1}{c} g_{L0}\omega_0^L, \\ &D\omega_0^I = -\frac{1}{c} g_{L0}\omega_0^L \wedge \omega_0^I + \omega_0^L \wedge \omega_L^I, \; D\omega_I^0 = \frac{1}{c} g_{L0}\omega_0^L \wedge \omega_I^0 + \omega_I^L \wedge \omega_L^0. \end{aligned} \tag{7}$$

В проективно-метрическом пространстве K_n рассмотрим распределение M гиперплоскостных элементов I рода [5], [7]; в репере нулевого порядка дифференциальные уравнения такого распределения имеют вид [5]:

$$\omega_i^n = \Lambda_{iK}^n \omega_0^K . \tag{8}$$

Продолжение уравнений (8) приводит к следующим дифференциальным уравнениям для компонент поля фундаментальных объектов первого порядка $\{\Lambda^n_{iK}\}$ распределения M :

$$d\Lambda^n_{ik} - \Lambda^n_{lk}\omega^l_i - \Lambda^n_{il}\omega^l_k + \Lambda^n_{ik}\omega^n_n = \Lambda^n_{ikL}\omega^L_0 , \tag{9}$$

$$d\Lambda^n_{in} - \Lambda^n_{jn}\omega^j_i - \omega^0_i - \Lambda^n_{ik}\omega^k_n = \Lambda^n_{inL}\omega^L_0 , \tag{10}$$

где

$$\Lambda^n_{i[kt]} = \Lambda^n_{in}\Lambda^n_{[kt]} + \frac{1}{c}\Lambda^n_{i[k}g_{t]0} , \ \Lambda^n_{ikn} - \Lambda^n_{ink} = \Lambda^n_{in}\Lambda^n_{kn} + \frac{2}{c}\Lambda^n_{i[k}g_{n]0} .$$

Из уравнений (9) видно, что система функций $\{\Lambda^n_{ik}\}$ образует тензор первого порядка (в общем случае несимметричный).

Предположим, что распределение M гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве K_n является регулярным (то есть $\Lambda \overset{def}{=} \left|\Lambda^n_{ij}\right| \neq 0$); введем в рассмотрение обращенный тензор Λ^{ik}_n :

$$\Lambda^{ik}_n\Lambda^n_{kj} = \Lambda^{ki}_n\Lambda^n_{jk} = \delta^i_j , \tag{11}$$

$$d\Lambda^{ij}_n + \Lambda^{kj}_n\omega^i_k + \Lambda^{ik}_n\omega^j_k - \Lambda^{ij}_n\omega^n_n = -\Lambda^{it}_n\Lambda^{sj}_n\Lambda^n_{tsK}\omega^K_0 . \tag{12}$$

Функция Λ является относительным инвариантом первого порядка:

$$d\ln\Lambda + (n+1)\omega^n_n = \Lambda_K\omega^K_0 , \Lambda_K = \Lambda^{ji}_n\Lambda^n_{ijK} + \frac{2}{c}g_{0K} . \tag{13}$$

2. Возьмем систему из $(n+1)^2$ форм Пфаффа $\overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$ [1]:

$$\begin{gathered}
\overline{\omega}^i_0 = \omega^i_0 + \Lambda^n_{jn}\Lambda^{ij}_n\omega^n_0 , \overline{\omega}^0_0 = \omega^0_0 - \left(\frac{\Lambda_K}{n+1} - \frac{g_{K0}}{c}\right)\omega^K_0 , \overline{\omega}^n_0 = \omega^n_0 , \\
\overline{\omega}^n_i = -\Lambda^n_{ji}\omega^j_0 , \overline{\omega}^n_n = \omega^n_n - \left(\frac{\Lambda_K}{n+1} - \frac{g_{K0}}{c}\right)\omega^K_0 , \overline{\omega}^0_n = \omega^0_n , \\
\overline{\omega}^k_i = \omega^k_i + \left[\Lambda^{kj}_n\Lambda^n_{jiL} - \delta^k_i\frac{\Lambda_L}{n+1}\right]\omega^L_0 , \overline{\omega}^0_i = \Lambda^n_{ji}\omega^j_n , \overline{\omega}^i_n = -\Lambda^{ij}_n\omega^0_j ,
\end{gathered} \tag{14}$$

она в силу (5), (7), (9), (12), (13) удовлетворяет уравнениям структуры проективно-метрического пространства, аналогичным (7), следовательно, определяет новое проективно-метрическое пространство $\overline{K}_n$.

Преобразование $I : \omega^{\overline{K}}_{\overline{I}} \to \overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$ структурных форм по закону (14) является инволютивным, т. е. $I \equiv I^{-1}$; в силу этого пространства K_n и $\overline{K}_n$ являются двойственными [7]; при этом формы $\overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$ служат формами инфинитезимального перемещения тангенциального репера $\{\xi_{\overline{I}}\}$: $d\xi_{\overline{I}} = \overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}\xi_{\overline{K}}$, где

$$\xi_0 = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Lambda}}\left[A_0 A_1 \dots A_{n-1}\right],\ \xi_n = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Lambda}}\left[A_n A_1 \dots A_{n-1}\right],$$
$$\xi_i = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Lambda}}\sum_{j=1}^{n-1}\Lambda^n_{ji}\left[A_0 A_1 \dots A_{j-1} A_n A_{j+1} \dots A_{n-1}\right]. \quad (15)$$

Дифференциальные уравнения геометрического образа $\overline{\mathrm{M}}$, двойственного данному распределению M гиперплоскостных элементов в силу (8), (14), имеют вид

$$\overline{\omega}_i^n = \overline{\Lambda}^n_{iK}\overline{\omega}_0^K, \quad (16)$$

где $\overline{\Lambda}^n_{ij} = -\Lambda^n_{ij}$, $\overline{\Lambda}^n_{in} = \Lambda^n_{ti}\Lambda^n_{kn}\Lambda^{tk}_n$.

Уравнение тангенциальной гиперквадрики $\overline{Q}_{n-1}$ в двойственном пространстве $\overline{K}_n$ запишется в виде [1]

$$\overline{a}_{IK}\overline{x}^I\overline{x}^K + \frac{1}{c}(\overline{g}_{I0}\overline{x}^I + c\overline{x}^0)^2 = 0, \quad (17)$$

где $\overline{x}^I$ – координаты гиперплоскостей, образующих абсолют (17), в тангенциальном репере (15). Справедлива теорема 1.

Теорема 1. *Регулярное распределение* M *гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве* K_n *индуцирует:*

1) в третьей дифференциальной окрестности проективно-метрическое пространство $\overline{K}_n$*, двойственное* K_n *относительно инволютивного преобразования структурных форм по закону (14); при этом уравнение абсолюта* $\overline{Q}_{n-1}$ *пространства* $\overline{K}_n$ *относительно тангенциального репера (15) имеет вид (17);*

2) в первой дифференциальной окрестности – многообразие $\overline{\mathrm{M}}$*, двойственное исходному* M*; его дифференциальные уравнения в тангенциальном репере (15) имеют вид (16).*

Согласно [5] оснащение в смысле А. П. Нордена [6] распределения $\mathrm{M} \subset K_n$ гиперплоскостных элементов равносильно заданию на M двух полей квазитензоров ν^i_n, ν^0_i.

$$d\nu^i_n - \nu^i_n\omega^n_n + \nu^k_n\omega^i_k + \omega^i_n = \nu^i_{nS}\omega^S_0,\ d\nu^0_i - \nu^0_k\omega^k_i + \omega^0_i = \nu^0_{iS}\omega^S_0. \quad (18)$$

Пусть регулярное распределение M оснащено в смысле А. П. Нордена; можно проверить, что система форм $\{\theta^i_{\bar{j}}\}$, где

$$\theta^i_0 = \omega^i_0 - \nu^i_n\omega^n_0,\ \theta^i_j = \omega^i_j - \nu^i_n\omega^n_j + \delta^i_j\left(\frac{g_{0L}}{c}\omega^L_0 + \theta^k_0\nu^0_k\right) + \nu^0_j\omega^i_0 - (\nu^i_{nj} - \Lambda^n_{kj}\nu^k_n\nu^i_n + \nu^i_n\nu^0_j)\omega^n_0, \quad (19)$$

удовлетворяет структурным уравнениям Картана-Лаптева [3], [4]:

$$D\theta^i_{\bar{j}} = \theta^k_{\bar{j}} \wedge \theta^i_k + \frac{1}{2}r^i_{\bar{j}ST}\omega^S_0 \wedge \omega^T_0,\ r^i_{0ST} = 0; \quad (20)$$

следовательно, система форм (19) определяет пространство аффинной связности $A_{n,n-1}$ без кручения.

Доказано [8], что нормализация одного из регулярных распределений $\mathrm{M} \subset K_n$ и $\overline{\mathrm{M}} \subset \overline{K}_n$ равносильна нормализации другого; при этом оснащающие объекты (ν_n^i, ν_i^0), $(\overline{\nu}_n^i, \overline{\nu}_i^0)$ связаны соотношениями

$$\overline{\nu}_n^i = -\Lambda_n^{ik}\nu_k^0, \overline{\nu}_i^0 = \Lambda_{ki}^n \nu_n^k. \tag{21}$$

В силу соотношений (9), (11), (12), (14), (18), (21) можно убедиться, что функции (21) удовлетворяют следующим дифференциальным уравнениям:

$$d\overline{\nu}_n^i - \overline{\nu}_n^i\overline{\omega}_n^n + \overline{\nu}_n^k\overline{\omega}_k^i + \overline{\omega}_n^i = \overline{\nu}_{nS}^i\overline{\omega}_0^S, \; d\overline{\nu}_i^0 - \overline{\nu}_k^0\overline{\omega}_i^k + \overline{\omega}_i^0 = \overline{\nu}_{iS}^0\overline{\omega}_0^S,$$

где в частности $\overline{\nu}_{nj}^i = -\Lambda_n^{ik}\left(\nu_{kj}^0 - \dfrac{g_{j0}}{c}\nu_k^0\right)$.

Следовательно, система форм $\{\overline{\theta}_{\bar{j}}^i\}$ вида (19), где входящие в них формы и функции пишутся с черточкой сверху с последующей заменой их по соответствующим формулам, определяет второе пространство аффинной связности $\overline{A}_{n,n-1}$ без кручения; пространства $A_{n,n-1}$ и $\overline{A}_{n,n-1}$ двойственны относительно инволютивного преобразования *I*.

Из уравнений $d\Lambda_{ij}^n - \Lambda_{ik}^n\overline{\theta}_j^k - \Lambda_{kj}^n\theta_i^k = -\Lambda_{ij}^n(\omega_n^n + \nu_n^k\omega_k^n + \nu_k^0\omega_0^k + \dfrac{1}{c}g_{0L}\omega_0^L) + a_{ij}^0(\nu)\omega_0^n$ следует, что связности двойственных пространств $A_{n,n-1}$ и $\overline{A}_{n,n-1}$ обобщенно сопряжены [6] относительно тензора Λ_{ij}^n вдоль любой кривой, принадлежащей [5] распределению $\mathrm{M} \subset K_n$.

3. Пусть на распределении M гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве K_n задано $n-1$ линейно независимых гладких полей направлений A_0B_i, где $B_i = a_i^j A_j, |a_i^j| \neq 0$; линии, огибающие эти направления, принадлежат распределению M и образуют на нем $(n-1)$-ткань Σ_{n-1}. В репере, отнесенном к ткани Σ_{n-1}, уравнения [2]

$$\omega_i^j = a_{iK}^j\omega_0^K, \; i \neq j, \tag{22}$$

вместе с (8) являются ее дифференциальными уравнениями. Из соотношений (14), (22) следует $\overline{\omega}_i^j = \overline{a}_{iK}^j\overline{\omega}_0^K, \; i \neq j$, что вместе с (16) представляют собой уравнения «тангенциальной $(n-1)$-ткани» $\overline{\Sigma}_{n-1} \subset \overline{M}$, двойственной исходной $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M}$.

Составим охваты:

$$b_k^j \overset{def}{=} (n-1)\delta_k^j - \Lambda_{jk}^n\Lambda_n^{jj}, \; \delta b_k^j + b_k^j(\pi_j^j - \pi_k^k) = 0, \; \tilde{b}_t^j b_k^t = \tilde{b}_k^j b_k^j = \delta_k^j, \tag{23}$$

$$b_n^j \overset{def}{=} \sum_t\sum_{s\neq j}(a_{st}^j - \delta_t^j\Lambda_{sn}^n)\Lambda_n^{ts}, \; \delta b_n^j - b_n^j(\pi_n^n - \pi_j^j) + b_t^j\pi_n^t = 0. \tag{24}$$

Таким образом, согласно (23), (24) на регулярном распределении $\mathrm{M} \subset K_n$ гиперплоскостных элементов внутренним образом определяются $n-1$ инвариантных полей квазитензоров q_n^i:

$$q_n^i \overset{def}{=} \widetilde{b}_s^i b_n^s, \delta q_n^i + q_n^i(\pi_i^i - \pi_n^n) + \pi_n^i = 0 \cdot \tag{25}$$

Таким образом, доказана

Теорема 2. *Поля* $n-1$ *квазитензоров* q_n^i *в первой дифференциальной окрестности элемента распределения* M *в* K_n *и ткани* $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M}$ *определяют поле инвариантных нормалей первого рода на многообразии* M .

Замечание. В случае ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M}$ сопряженных линий ($\Lambda_{ij}^n = 0, i \neq j$) в охватах нормали q_n^i (см. (23), (24)) участвуют лишь компоненты подобъекта $\{a_{ik}^j, \Lambda_{ik}^n\}$; следовательно, в этом случае поле нормалей q_n^i имеет место и на гиперповерхности $V_{n-1} \subset K_n$ и представляет собой поле гармонических прямых сети [10]:

$$q_n^i = \frac{1}{n-2} \sum_{k \neq i} a_{kk}^i \Lambda_n^{kk} \ . \tag{26}$$

Зная закон (23), (24) охвата нормали первого рода q_n^i распределения $\mathrm{M} \subset K_n$, можно строить охват квазитензора $\overline{q}_n^i$ двойственного образа $\overline{\mathrm{M}}$, по виду аналогичный охвату (23), (24), после чего по закону (21) найти соответствующую нормаль второго рода q_i^0 . В случае сопряженной ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M}$ имеем

$$q_i^0 = -\frac{1}{n-2} \sum_{j \neq i} a_{ij}^j \ . \tag{27}$$

Следовательно, справедливо предложение:

Теорема 3. *Для сопряженной ткани* $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M}$ *поле нормалей* q_i^0 *относится к первой дифференциальной окрестности элемента распределения* M *и совпадает с полем ее гармонических гиперпрямых (т. е. с полем гармонических плоскостей сети в смысле В. Т. Базылева [2]); при этом двойственные поля квазитензоров* q_n^i *и* q_i^0 *определяют инвариантную нормализацию многообразия* M .

Пусть на распределении M гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве K_n задано поле инвариантных нормалей первого рода, определяемое полем квазитензора ν_n^i . Точки $F_i^j (i \neq j)$ на касательных $A_0 A_i$ к линиям ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M} \subset K_n$, определяемые по формуле

$$F_i^j = (\Lambda_{ij}^n \nu_n^j - a_{ij}^j) A_0 + A_i, i \neq j \ , \tag{28}$$

являются инвариантными. В случае поверхности $V_m \subset P_n$ эти точки В. Т. Базылевым названы [2] *псевдофокусами* касательных к линиям сети $\Sigma \subset V_m$; в работе [2] дано и геометрическое определение этих образов, эквивалентное их аналитическому определению (28). В случае ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M} \subset K_n$ за точками $F_i^{\,j}\,(i \neq j)$ мы сохраним аналогичное название.

Приведем построение образов $\eta_i^{\,j}$, двойственных $F_i^{\,j}$ и определяемых тканью $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M} \subset K_n$. Если на распределении $\mathrm{M} \subset K_n$ задано поле нормалей второго рода, определяемое полем квазитензора $\nu_i^{\,0}$, то для тангенциальной ткани $\overline{\Sigma}_{n-1} \subset \overline{\mathrm{M}} \subset \overline{K}_n$ каждую из $n-2$ инвариантных гиперплоскостей $\eta_i^{\,j}$ пучка $\xi_0 \cap \xi_i$, определяемую по формуле

$$\eta_i^{\,j} = (\overline{\Lambda}_{ij}^n \overline{\nu}_n^{\,j} - \overline{a}_{ij}^{\,j})\xi_0 + \xi_i,\ i \neq j\ , \tag{29}$$

назовем *псевдофокальной*.

Очевидно, что для ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M} \subset K_n$, сопряженной относительно поля тензора Λ_{ik}^n, ($\Lambda_{ij}^n = 0,\ i \neq j$) псевдофокусы $F_i^{\,j}$ и псевдофокальные гиперплоскости $\eta_i^{\,j}$ не зависят от выбора полей нормалей первого и второго родов; они определяются формулами:

$$F_i^{\,j} = -a_{ij}^{\,j} A_0 + A_i,\ \eta_i^{\,j} = \Lambda_n^{jj} \Lambda_{ii}^n a_{jj}^{\,i} \xi_0 + \xi_i,\ i \neq j. \tag{30}$$

Условие параллельного перенесения направления касательной $A_0 A_i$ к i-й линии ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M}$ вдоль ее линии ω_0^k в аффинной связности пространства $A_{n,n-1}$ или $\overline{A}_{n,n-1}$, индуцируемого нормализацией $\{\nu_n^{\,i}, \nu_i^{\,0}\}$ регулярного распределения M гиперплоскостных элементов, имеет соответственно вид [8]:

$$a_{ik}^{\,j} - \nu_n^{\,j} \Lambda_{ik}^n + \nu_i^{\,0} \delta_k^{\,j} = 0,\ i \neq j\ , \tag{31}$$

$$a_{ik}^{\,j} + \Lambda_n^{jt} \Lambda_{tik}^n + \delta_k^{\,j} \nu_n^{\,t} \Lambda_{ti}^n - \nu_t^{\,0} \Lambda_n^{jt} \Lambda_{ki}^n = 0,\ i \neq j\ . \tag{32}$$

Если соотношения (31) или (32) справедливы при $k = i$ для любого i (для любых $i \neq k$), то ткань $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M} \subset K_n$ называется *геодезической (чебышевской)* соответственно первого или второго рода относительно данной нормализации распределения M.

Для ткани $\Sigma_{n-1} \subset \mathrm{M} \subset K_n$, сопряженной относительно поля тензора Λ_{ik}^n, условием ее геодезичности первого или второго рода соответственно является:

$$\begin{gathered} a_{ii}^{\,j} - \nu_n^{\,j} \Lambda_{ii}^n = 0,\ i \neq j, \\ a_{ij}^{\,j} + \nu_i^{\,0} = 0,\ i \neq j. \end{gathered} \tag{33}$$

Аналогично рассматриваемая ткань является чебышевской первого или второго рода тогда и только тогда, когда справедливы соответственно соотношения:

$$\begin{gathered} a_{il}^{\,j} + \delta_l^{\,j} \nu_i^{\,0} = 0,\ i \neq j, l, \\ \Lambda_n^{jj} a_{jl}^{\,j} - \delta_l^{\,j} \nu_n^{\,i} = 0,\ i \neq j, l. \end{gathered} \tag{34}$$

Справедливы следующие утверждения:

Теорема 4. *Сопряженная ткань* Σ_{n-1} *на регулярном распределении* M *гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве* K_n *является тканью с совпавшими псевдофокусами* F_i^k *(псевдофокальными гиперплоскостями* η_i^k *) тогда и только тогда, когда относительно поля гармонических гиперпрямых* q_i^0 *(гармонических прямых* q_n^i *) данная ткань является геодезической второго (первого) рода.*

Замечание 1. Согласно (34) к классу сетей Σ_{n-1} с совпавшими псевдофокусами (псевдофокальными гиперплоскостями) принадлежит сопряженная чебышевская сеть первого (второго) рода.

Замечание 2. Из соотношений (26), (27), (34) следует, что при $n = 3$ всякая сопряженная относительно поля тензора Λ_{ik}^n 2-ткань на распределении M в K_n, нормализованном полями ее гармонических нормалей q_3^i и q_i^0, является чебышевской первого и второго рода одновременно; в силу замечания 1 и теоремы 4 данная 2-ткань является также геодезической первого и второго рода.

Резюме. В данной работе показано, что на нормализованном в смысле А. П. Нордена распределении M гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве K_n индуцируются две двойственные аффинные связности без кручения, найдены некоторые приложения этих связностей к изучению внутренней геометрии $(n-1)$-тканей на M.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абруков, Д. А.* Внутренняя геометрия поверхностей и распределений в проективно-метрическом пространстве / Д. А. Абруков. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2003. – 140 с.

2. *Базылев, В. Т.* О сетях на многомерных поверхностях проективного пространства / В. Т. Базылев // Известия вузов. Математика. – 1966. – № 2. – С. 9–19.

3. *Евтушик, Л. Е.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л. Е. Евтушик, Ю. Г. Лумисте, Н. М. Остиану, А. П. Широков // Итоги науки и техники. Проблемы геометрии. – М. : ВИНИТИ, 1979. – Т. 9. – 246 с.

4. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

5. *Лаптев, Г. Ф.* Распределения *m*-мерных линейных элементов в пространстве проективной связности / Г. Ф. Лаптев, Н. М. Остиану // Труды Геометрического семинара. Ин-т научн. информ. АН СССР. – 1971. – Т. 3. – С. 49–94.

6. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

7. *Остиану, Н. М.* Распределение гиперплоскостных элементов в проективном пространстве / Н. М. Остиану // Труды Геометрического семинара. Ин-т научн. информ. АН СССР. – 1973. – Т. 4. – С. 71–120.

8. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 1994. – 290 с.

9. *Столяров, А. В.* Внутренняя геометрия проективно-метрического пространства / А. В. Столяров // Диф. геометрия многообразий фигур. – Калининград : Калининградский ун-т, 2001. – Вып. 32. – С. 94–101.

10. *Столяров, А. В.* О двойственной геометрии сетей и полярно сопряженных конфигурациях на гиперповерхности / А. В. Столяров // Известия вузов. Математика. – 1972. – № 4. – С. 109–119.

11. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 514.756

НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ ПРОЕКТИВНО-МЕТРИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА К ИЗУЧЕНИЮ ПЛОСКИХ СЕТЕЙ

SOME APPLICATIONS OF GEOMETRY OF PROJECTIVE-METRIC SPACE TO THE STUDY OF FLAT NETS

Н. В. Кондратьева

N. V. Kondratyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В работе найдены приложения геометрии нормализованного проективно-метрического пространства K_n к изучению некоторых классов плоских сетей $\Sigma_n \subset K_n$.

Abstract. The applications of a normalized geometry of projective-metric space K_n to the study of some classes of flat nets $\Sigma_n \subset K_n$ have been found in this work.

Ключевые слова: *проективно-метрическое пространство, абсолют, нормализация, двойственность, связность, сеть, псевдофокус, голономность.*

Keywords: *projective-metric space, absolute, normalization, duality, connection, net, pseudofocus, holonomy.*

Актуальность исследуемой проблемы. Внутренняя геометрия плоских многомерных сетей в проективно-метрическом пространстве ранее геометрами практически не изучалась, исключение составляют некоторые работы Е. Голубевой.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с использованием инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований [4], [5], [9].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми, достоверными и актуальными; они докладывались на II Всероссийской научной конференции «Научное творчество XXI века» (г. Красноярск). Работа была признана лучшей в секции «Алгебра, геометрия и математический анализ».

Индексы принимают следующие значения:

$$i, k, l, s, t = \overline{1, n}; \quad \bar{i}, \bar{l}, \bar{k} = \overline{0, n}.$$

1. Известно [5], что пространством с проективной метрикой или проективно-метрическим пространством K_n называется проективное пространство P_n, в котором задана неподвижная гиперквадрика Q_{n-1} (абсолют):

$$g_{\bar{i}\bar{k}} x^{\bar{i}} x^{\bar{k}} = 0, \; g_{\bar{i}\bar{k}} = g_{\bar{k}\bar{i}}. \tag{1}$$

Считая $g_{00} \neq 0$ (это равносильно тому, что $A_0 \notin Q_{n-1}$), за счет нормировки коэффициентов $g_{\bar{i}\bar{k}}$ гиперквадрики и вершин репера R уравнение (1) абсолюта Q_{n-1} и условия его неподвижности можно записать [7] соответственно в виде:

$$a_{ik} x^i x^k + \frac{1}{c}\left(g_{i0} x^i + c x^0\right)^2 = 0, \tag{2}$$

$$da_{ik} - a_{il}\omega_k^l - a_{lk}\omega_i^l = -\frac{1}{c}\left(a_{il} g_{k0} + a_{kl} g_{i0}\right)\omega_0^l, \tag{3}$$

$$dg_{i0} - g_{l0}\omega_i^l - c\omega_i^0 = a_{il}\omega_0^l, \tag{4}$$

где

$$a_{ik} = g_{ik} - \frac{g_{i0} g_{k0}}{c},\ a_{ik} = a_{ki},\ c = g_{00} = const \neq 0.$$

Предположим, что в проективно-метрическом пространстве K_n задано поле ковектора $\nu_{\bar{i}}, \nu_0 = -1$:

$$d\nu_i - \nu_l\omega_i^l + \omega_i^0 = \nu_{ik}\omega_0^k; \tag{5}$$

геометрически последнее означает, что проективно-метрическое пространство K_n нормализовано полем гиперплоскостей $\Pi_{n-1}: X_i x^i - x^0 = 0$.

Отметим, что в силу (4), (5) система функций

$$c_i = \nu_i + \frac{1}{c} g_{i0} \tag{6}$$

образует тензор:

$$dc_i - c_k\omega_i^k = c_{ik}\omega_0^k, \tag{7}$$

где

$$c_{ik} = \nu_{ik} + \frac{1}{c} a_{ik}. \tag{8}$$

Продолжая уравнения (5), с учетом (6) имеем

$$d\nu_{ik} - \nu_{is}\omega_k^s - \nu_{sk}\omega_i^s + c_k\omega_i^0 = \nu_{ikl}\omega_0^l. \tag{9}$$

Система функций

$$b_{ik} = \nu_{ik} - \nu_i c_k, \tag{10}$$

согласно уравнениям (5), (7), (9) образует тензор:

$$db_{ik} - b_{il}\omega_k^l - b_{lk}\omega_i^l = b_{ikl}\omega_0^l. \tag{11}$$

Будем считать, что тензор b_{ik} невырожденный: $|b_{ik}| \neq 0$. Следовательно, в случае невырожденной нормализации пространства K_n существует поле взаимного тензора b^{ik}, компоненты которого определяются из соотношений

$$b_{il} b^{lk} = b_{li} b^{kl} = \delta_i^l. \tag{12}$$

Согласно [2] при невырожденной нормализации проективно-метрического пространства K_n полем квазитензора ν_i индуцируются два двойственных [8] пространства аффинной связности без кручения $A_{n,n}$ и $\overline{A}_{n,n}$, которые определяются системами форм Пфаффа $\left\{\omega_0^i, \theta_k^i\right\}$ и $\left\{\overline{\omega}_0^i, \overline{\theta}_k^i\right\}$ соответственно, где

$$\begin{cases} \theta_k^i = \omega_k^i + \delta_k^i c_l \omega_0^l + \nu_k \omega_0^i, \\ \overline{\theta}_k^i = \overline{\omega}_k^i + \delta_k^i \overline{c}_l \omega_0^l + \nu_k \omega_0^i; \end{cases} \tag{13}$$

$$\begin{cases} D\omega_0^i = \omega_0^l \wedge \theta_l^i, D\theta_k^i = \theta_k^l \wedge \theta_l^i + \frac{1}{2} R_{kst}^i \omega_0^s \wedge \omega_0^t, \\ D\omega_0^i = \omega_0^l \wedge \overline{\theta}_l^i, D\overline{\theta}_k^i = \overline{\theta}_k^l \wedge \overline{\theta}_l^i + \frac{1}{2} \overline{R}_{kst}^i \omega_0^s \wedge \omega_0^t. \end{cases} \tag{14}$$

Тензоры кривизны пространств $A_{n,n}$ и $\overline{A}_{n,n}$ соответственно имеют строения:

$$\begin{cases} R_{kst}^i = 2b_{k[s}\delta_{t]}^i - 2b_{[st]}\delta_k^i, \\ \overline{R}_{kst}^i = 2\overline{b}_{k[s}\delta_{t]}^i - 2\overline{b}_{[st]}\delta_k^i, \end{cases} \tag{15}$$

где

$$\overline{b}_{ik} = b_{ki}, \overline{c}_l = c_l + \frac{\Lambda_l}{n+1}, \tag{16}$$

$$\Lambda_l = B_l - 2(n+1)c_l, B_l = b^{ki} b_{ikl} + \frac{2}{c} g_{l0}, \tag{17}$$

$$\overline{\omega}_k^i = \omega_k^i + b^{is} A_{skl} \omega_0^l, \overline{\theta}_k^i = \theta_k^i + \left(b^{is} A_{skl} + \delta_k^i \frac{\Lambda_l}{n+1}\right)\omega_0^l, \tag{18}$$

$$A_{ikl} = b_{ikl} - \nu_i b_{lk} - \nu_k b_{il} - \frac{1}{n+1} b_{ik} B_l. \tag{19}$$

Уравнения (11) тензора b_{ik} в силу соотношений (13), (16)–(19) можно записать в виде

$$db_{ik} - b_{lk}\theta_i^l - b_{il}\overline{\theta}_k^l = 0, \tag{20}$$

что выражает собой обобщенную сопряженность связностей пространств $A_{n,n}$ и $\overline{A}_{n,n}$ относительно поля тензора b_{ik}.

Замыкая уравнения (20), с использованием (12), (14) имеем

$$R_{[st]} + \overline{R}_{[st]} = 0, \tag{21}$$

где $R_{st} = R_{stk}^k$, $\overline{R}_{st} = \overline{R}_{stk}^k$ – тензоры Риччи связностей ∇ и $\overline{\nabla}$ пространств $A_{n,n}$ и $\overline{A}_{n,n}$.

Таким образом, справедлива

Теорема 1. Внутренние геометрии пространств аффинной связности $A_{n,n}$ и $\overline{A}_{n,n}$, индуцируемых невырожденной нормализацией проективно-метрического пространства K_n, могут быть эквиаффинными лишь одновременно.

Предположим, что нормализация проективно-метрического пространства – полярная ($c_i = 0$), тогда с использованием (6) – (8), (10) имеем

$$b_{ik} = -\frac{1}{c} a_{ik} . \tag{22}$$

Соотношения (22) говорят о том, что полярная нормализация пространства K_n является гармонической ($b_{[ik]} = 0$).

Можно доказать, что имеет место

Теорема 2. Связности ∇ и $\overline{\nabla}$ двойственных пространств $A_{n,n}$ и $\overline{A}_{n,n}$ совпадают тогда и только тогда, когда невырожденная нормализация пространства K_n – полярная.

Уравнения (3) с использованием (13_1) и $c_k = 0$ (см. (6)) запишутся в виде

$$da_{ik} - a_{lk}\theta_i^l - a_{il}\theta_k^l = 0 . \tag{23}$$

Таким образом, доказана

Теорема 3. Связность пространства $A_{n,n}$, индуцируемого невырожденной полярной нормализацией проективно-метрического пространства K_n, является вейлевой с полем невырожденного тензора a_{ik} (b_{ik}).

2. Следуя работе [1], будем говорить, что в некоторой области пространства K_n задана *плоская сеть* Σ_n, если в этой области задано *n* семейств линий так, что через каждую точку $A_0 \in K_n$ проходит точно по одной линии каждого семейства с линейно независимыми касательными направлениями к ним в точке A_0.

В проективном репере $R = \{A_0, A_k\}$, отнесенном к сети $\Sigma_n \subset K_n$, ее дифференциальные уравнения имеют вид [1]

$$\omega_i^k = a_{il}^k \omega_0^l, \; i \neq k . \tag{24}$$

Аналитическим условием параллельного перенесения направления $A_0 M$, где $M = \lambda^s A_s$, вдоль некоторой кривой *l* в связности пространства $A_{n,n}$ является выполнение уравнений [5]

$$d\lambda^k + \lambda^l \theta_l^k = \Omega \lambda^k (\mathrm{mod}\ l), \; D\Omega = \Omega \wedge \Omega_0^0 . \tag{25}$$

Из (13_1), (24), (25) следует, что условие параллельного перенесения направления касательной $A_0 A_k$ (все $\lambda^i = 0, i \neq k$) к *k*-й линии сети $\Sigma_n \subset K_n$ вдоль ее *l*-й линии (все $\omega_0^t = 0$, кроме ω_0^l) в связности пространства $A_{n,n}$ выражается равенствами

$$a_{kl}^i + \nu_k \delta_l^i = 0, \; i \neq k . \tag{26}$$

Аналогично с использованием (13_2) можно показать, что условие параллельного перенесения направления касательной $A_0 A_k$ к k-й линии сети $\Sigma_n \subset K_n$ вдоль ее l-й линии в связности пространства $\overline{A}_{n,n}$ имеет вид

$$a^i_{kl} + \nu_k \delta^i_l + b^{it} A_{tkl} = 0, i \neq k . \quad (27)$$

Сеть $\Sigma_n \subset K_n$ назовем *чебышевской* (*геодезической*) *первого* или *второго рода*, если все направления касательных $A_0 A_k$ переносятся параллельно вдоль любой другой линии сети (вдоль соответствующей ей линии ω^k_0) в аффинной связности пространства $A_{n,n}$ или $\overline{A}_{n,n}$.

Для чебышевской сети первого рода $\Sigma_n \subset K_n$ из (26) находим:

1) при $n \geq 2$:

$$a^i_{ki} + \nu_k = 0, i \neq k; \quad (28)$$

2) при $n > 2$, кроме (28), справедливо

$$a^i_{kl} = 0, \textit{все индексы различны} . \quad (29)$$

Соотношения (28) говорят о том, что чебышевская сеть $\Sigma_n \subset K_n$ при $n \geq 2$ является сетью с совпавшими псевдофокусами F^i_k [1]; соотношения (29) доказывают, что при n>2 чебышевская сеть первого рода $\Sigma_n \subset K_n$ является n-сопряженной системой [8].

Из соотношений (26), (27) следует, что геодезическая сеть первого рода, чебышевская и геодезическая сеть второго рода $\Sigma_n \subset K_n$ характеризуются соответственно равенствами

$$a^i_{kk} = 0, i \neq k , \quad (30)$$

$$a^i_{kl} + \nu_k \delta^i_l + b^{is} A_{skl} = 0, k \neq i, l , \quad (31)$$

$$a^i_{kk} + b^{is} A_{skk} = 0, k \neq i . \quad (32)$$

Предположим, что сеть Σ_n в K_n сопряжена относительно поля конусов направлений $a_{is}\omega^i_0\omega^s_0 = 0$; в выбранном репере это равносильно тому, что

$$a_{ik} = 0, i \neq k . \quad (33)$$

В случае полярной нормализации пространства K_n из соотношений (22) с использованием (33) находим

$$b_{ik} = 0, i \neq k . \quad (34)$$

Таким образом, справедлива

Теорема 5. В случае сети $\Sigma_n \subset K_n$, сопряженной относительно поля конусов направлений $a_{is}\omega^i_0\omega^s_0 = 0$, полярная нормализация пространства K_n является нормализацией, гармоничной сети [3].

3. Рассмотрим частные классы плоских сетей $\Sigma_n \subset K_n$.

а) Пусть сеть $\Sigma_n \subset K_n$ сопряжена относительно поля невырожденных конусов направлений $a_{is}\omega^i_0\omega^s_0 = 0$. Из дифференциальных уравнений (3) для этих равенств (33) с учетом (24) имеем

$$a_{ii}a^i_{kl} + a_{kk}a^k_{il} = \frac{1}{c}\left(a_{il}g_{k0} + a_{kl}g_{i0}\right), i \neq k \ . \qquad (35)$$

Из равенств (35) при $n > 2$ находим

$$a_{ii}a^i_{kl} + a_{kk}a^k_{il} = 0, \textit{все индексы различны} \ . \qquad (36)$$

В случае голономной сети $\Sigma_n \subset K_n$, $n > 2$, то есть при $a^i_{[kl]} = 0, k, l \neq i$ из последних равенств, циклируя по индексам *i*, *k*, *l*, получим систему из трех линейных однородных уравнений с тремя «неизвестными» a^i_{kl}, a^k_{il}, a^l_{ik}. Определитель этой системы в силу невырожденности конуса направлений $a_{is}\omega^i_0\omega^s_0 = 0$ отличен от нуля: $\Delta = -2a_{ii}a_{kk}a_{ll} \neq 0$, следовательно, она имеет только нулевое решение:

$$a^i_{kl} = 0, \textit{все индексы различны} \ . \qquad (37)$$

Следовательно, справедлива

Теорема 6. Сопряженная относительно поля невырожденных конусов направлений $a_{is}\omega^i_0\omega^s_0 = 0$ сеть $\Sigma_n \subset K_n$ при $n > 2$ голономна тогда и только тогда, когда она является *n*-сопряженной системой в смысле Р. В. Смирнова [6].

б) Из равенств (35) при $l = i$ с использованием (33) получим

$$a_{ii}a^i_{ki} + a_{kk}a^k_{ii} = \frac{1}{c}\left(a_{ii}g_{k0} + a_{ki}g_{i0}\right), i \neq k \ . \qquad (38)$$

Если при этом сопряженная относительно поля тензора a_{is} сеть $\Sigma_n \subset K_n$, $n \geq 2$ при нормализации K_n полем квазитензора ν_i является чебышевской первого рода, то с использованием (6), (26) равенства (38) запишутся в виде

$$a_{kk}a^k_{ii} = a_{ii}c_k, i \neq k \ . \qquad (39)$$

Равенства (39) доказывают следующее предложение:

Теорема 7. Если сопряженная относительно поля невырожденного тензора a_{is} сеть $\Sigma_n \subset K_n$, $n \geq 2$ при некоторой нормализации пространства K_n есть чебышевская первого рода, то она не может быть геодезической первого рода, что равносильно тому, что нормализация пространства K_n не может быть полярной.

в) Справедлива

Теорема 8. Если относительно невырожденной нормализации ($|b_{ik}| \neq 0$) пространства K_n, гармоничной сети $\Sigma_n \subset K_n$, $n \geq 2$ ($b_{ik} = 0, i \neq k$), сеть Σ_n является геодезической второго рода, то Σ_n есть сеть с совпавшими псевдофокусами и пространство K_n нормализовано полем ее гармонических гиперплоскостей [F_i .]

В условиях теоремы 8 равенства (31) записываются в виде

$$a^i_{kk} + b^{ii}A_{ikk} = 0, i \neq k \ . \qquad (40)$$

Из дифференциальных уравнений (11) с использованием $b_{ik} = 0, i \neq k$, (24) имеем

$$b_{ii}a^i_{kl} - b_{kk}a^k_{il} = b_{ikl},\ i \neq k\ . \tag{41}$$

Тензор (19) в силу (41) имеет вид

$$A_{ikk} = -b_{ii}a^i_{kk} - b_{kk}\left(a^k_{ik} + \nu_i\right). \tag{42}$$

Из соотношений (40), (42) находим

$$\nu_i = -a^k_{ik},\ i \neq k\ , \tag{43}$$

что и доказывает теорему 8.

Согласно $b_{ik} = 0, i \neq k$, (19), (31), (41) справедлива

Теорема 9. Если относительно невырожденной нормализации ($|b_{ik}| \neq 0$) пространства K_n, гармоничной сети $\Sigma_n \subset K_n$, $n \geq 2$ ($b_{ik} = 0, i \neq k$), сеть Σ_n является чебышевской второго рода, то Σ_n есть геодезическая сеть первого рода и при $n > 2$ она является геодезической первого рода и *n*-сопряженной системой одновременно.

Резюме. В статье показано, что в случае сети $\sum_n \subset K_n$, сопряженной относительно поля конусов направлений $a_{is}\omega^i_0\omega^s_0 = 0$, полярная нормализация пространства K_n является нормализацией, гармоничной сети.

Для чебышевской сети второго рода $\sum_n \subset K_n$ при $n > 2$ доказано, что она является геодезической первого рода и *n*-сопряженной системой одновременно, если невырожденная нормализация пространства K_n гармонична сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Базылев, В. Т.* К геометрии плоских многомерных сетей / В. Т. Базылев // Уч. зап. Московского гос. пед. ин-та им. В. И. Ленина. – 1965. – № 243. – С. 29–37.

2. *Голубева, Е. А.* Двойственные аффинные связности, индуцируемые нормализацией пространства проективно-метрической связности / Е. А. Голубева. – М., 2005. – № 1743 Деп. в ВИНИТИ РАН. – 17 с.

3. *Гольдберг, В. В.* Об одной нормализации *p*-сопряженных систем *n*-мерного проективного пространства / В. В. Гольдберг // Тр. геометр. семинара. Ин-т научн. информ. АН СССР. – 1966. – Т. 1. – С. 89–109.

4. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

5. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

6. *Смирнов, Р. В.* Преобразования Лапласа *p*-сопряженных систем / Р. В. Смирнов // ДАН СССР. – 1950. – Т. 71. – № 3. – С. 437–439.

7. *Столяров, А. В.* Внутренняя геометрия проективно-метрического пространства / А. В. Столяров // Диф. геометрия многообразий фигур. – Калининград : Калининградский ун-т, 2001. – Вып. 32. – С. 94–101.

8. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 1994. – 290 с.

9. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 559+598.2:612.8

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНОГО МОЗГА КЛЕСТА-ЕЛОВИКА (LOXIA CURVIROSTRA)

MORPHOPHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF THE TELENCEPHALON OF A COMMON CROSSBILL (LOXIA CURVIROSTRA)

В. Ю. Константинов, Л. Н. Воронов

V. Y. Konstantinov, L. N. Voronov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В работе показаны особенности строения конечного мозга клеста-еловика, характеризующегося уникальным и сложным способом добычи пищи – шелушением шишек ели. По сравнению с серой вороной, у которой высоко развита рассудочная деятельность, в мозге клеста выявлено специфическое развитие эволюционно молодых и старых отделов.

Abstract. The article shows the structural peculiarities of the telencephalon of a common crossbill, which is characterized by unique and complex way of food-procuring which consists of fir cones peeling. Compared to hooded crow having highly developed rational activity, the crossbill telencephalon has a specific development of evolutionary new and old segments.

Ключевые слова: *конечный мозг, клест-еловик, морфофизиология, гистометрия, нейроны, глия, нейроглиальные комплексы.*

Keywords: *telencephalon, common crossbill, morphophysiology, histometry, neurons, glia, neuronal-glial complexes.*

Актуальность исследуемой проблемы. Особенности кормового поведения птиц зависят от типа пищи, способа ее добывания и местообитания птиц. Сочетание этих факторов приводит к появлению разных по степени сходства методов кормового поведения и формированию иерархически соподчиненных экологических групп птиц, которые характеризуются не только разным поведением, но и соответствующими ему морфофизиологическими признаками [10, 135]. Основные и первоочередные потребности животных связаны, конечно, с добычей пищи. Н. П. Воронов утверждал, что стратегии пищедобывательного поведения – это сформировавшиеся в процессе эволюции действия, предназначенные для оптимизации определенных видов пищедобывательного поведения с точки зрения связанных с ним затрат и выгод [3, 17]. Из этого следует, что прогрессивное развитие животных должно сопровождаться, в первую очередь, развитием центральной нервной системы и максимальной всеядностью. Животные, обладающие этими качествами, действительно прогрессируют в настоящее время (врановые птицы, крысы и т. д.). Следовательно, определяя черты прогрессивного развития этих двух основных систем органов у разных животных, мы можем решать сложные конкретные биологические про-

блемы, например, синантропизации, доместикации и т. д. При этом необходимо учитывать, в какой мере остальные системы органов способствуют совершенствованию организмов [1, 66], [2, 159].

Вместе с тем в настоящее время существует необходимость включения в круг проблем, разрабатываемых орнитологической систематикой, вопроса о морфологических адаптациях современных видов и вопроса о жизненном значении морфологических признаков, на которых строятся представления о филогении и эволюции естественных групп. Так, труды К. А. Юдина и Ф. Я. Дзержинского убедительно показывают, что функционально-морфологическое изучение челюстного аппарата птиц имеет серьезный общебиологический интерес и дает ключ к расшифровке отдельных звеньев эволюционного процесса, сформировавшего современный класс птиц [11, 42], [4, 54], [5, 78]. Первым подробным описанием механической обработки семян в клюве вьюрковых птиц в сравнении с некоторыми представителями овсянковых и ткачиковых была работа Б. В. Некрасова [8, 153]. Сравнительно хорошо изучен челюстной аппарат клеста-еловика, издавна привлекавшего внимание многих исследователей [7, 283], [12, 92], [13, 586].

Изменения постоянства экологических условий каждого класса позвоночных приводят к необходимости выработки новых форм адаптаций. Один из таких путей – развитие мозга, приведший к возникновению и прогрессивной эволюции рассудочной деятельности. Последняя, вместе с другими формами высшей нервной деятельности, дала большие преимущества в борьбе за экологическую сферу обитания между таксономическими группами животных [6, 129].

При анализе рассудочной деятельности и других когнитивных способностей животных разных видов возникает вопрос о том, в какой степени экология вида (в частности кормовое поведение) влияет на уровень ее развития. Изучение когнитивных способностей птиц – это подход к анализу эволюционных истоков мышления и сознания, который позволяет выявить наиболее универсальные его свойства, возникшие на разных этапах филогенеза. Оно относится к актуальным задачам сравнительной психологии и физиологии, поскольку микро- и макроструктуры мозга птиц существенно отличаются от таковых у млекопитающих (отсутствие новой коры, преобладание цитоархитектоники ядерного типа) и до недавнего времени рассматривались как заведомо более примитивные.

Полученные Т. А. Обозовой и др. [9, 311] результаты показали, что разработанная ими методика адекватна для обучения диких лесных птиц отряда воробьиных. С помощью этой методики удалось показать, что клесты способны обучаться дифференцировке множеств по относительному признаку «больше». Они могут успешно перенести усвоенное правило выбора на стимулы, значительно отличающиеся от использованных при обучении (сравнимые не по всей совокупности количественных признаков, а только по некоторым из них). Таким образом, у клестов, обладающих малопластичным кормовым поведением, но относительно высоким полушарным индексом Портмана, обнаружена способность к обобщению – одному из важнейших компонентов рассудочной деятельности.

Материал и методика исследований. Работа проводилась в течение 2010 г. в научно-исследовательской лаборатории биотехнологии и экспериментальной биологии при ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева».

В работе использован конечный мозг 5 взрослых особей 1 вида птиц: клеста-еловика (*Loxia curvirostra*). После декапитации мозг птиц извлекали из черепа и фиксировали в 70 %-м этаноле с последующей обработкой по стандартной методике Ниссля: заливка в парафин и окраска трансверзальных срезов толщиной 20 мкм крезил-виолетом.

Для исследования цитоархитектоники брали каждый десятый срез. На микропрепаратах исследовали 7 основных полей конечного мозга птиц: Arcopallium (A), Globus pallidus (GP), Hyperpallium apicale (HA), Hyperpallium densocellulare (HD), Mesopallium (M), Nidopallium (N) и Striatum laterale (StL).

Микропрепараты фотографировали с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» с переходником «Carl Zeiss» и микроскопа «Микмед-2». Площадь контрольного поля равнялась $4{,}41\times10^{-2}$ мм^2. Определяли следующие параметры: плотность распределения (количество элементов в 1 мм^2 ткани) глии, нейронов и нейроглиальных комплексов (НГК); площадь профильного поля (ППП) глии, нейронов и нейроглиальных комплексов; разнообразие классов нейронов. Подсчет нейронов, глии и нейроглиальных комплексов проводился в 30 полях зрения для каждой зоны конечного мозга. Определение площади нейронов и нейроглиальных комплексов производилось с использованием программы «SigmaScan Pro 5». Определение нейронного состава конечного мозга птиц осуществлялось в соответствии с классификацией нервных клеток, окрашенных по методу Ниссля.

Данные представлены в виде «среднее±стандартное отклонение». Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента с помощью программного пакета статистического анализа «Statistica 6.0 for Windows». Все указанные ниже различия достоверны при $P<0{,}05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В полях HA, HD и StL количество глии достоверно выше, чем в зонах M и N (табл. 1). Количество нейронов в зоне GP самое низкое, а нейронов в зоне HA – самое высокое. В зоне M плотность нейронов больше, чем в зонах HD, N и StL. В зонах A и HD плотность нейронов выше, чем в зонах N и StL.

Плотность комплексов в зонах GP и StL самая низкая. В зоне HD плотность комплексов самая высокая. В зоне A плотность комплексов выше, чем в зонах HA, M и N. В зоне HA плотность комплексов выше, чем в зонах M и N. В зоне M плотность комплексов больше, чем в зоне N.

Таблица 1

Плотность распределения глии, нейронов и НГК в конечном мозге клеста-еловика

Зона мозга	Плотность распределения (количество на 1 мм^2)							
	глии	нейронов	комплексов	веретен	пирамид	звезд	НГК1	НГК2
HA	3986±333	3968±246	499±95	531±99	2576±172	862±97	440±74	59±26
HD	4043±286	2898±141	1032±88	281±29	1970±119	646±65	730±66	299±34
M	2732±253	3300±92	297±34	217±28	2067±98	1016±35	257±33	39±11
N	3005±275	2444±145	130±24	206±31	1557±103	681±52	115±23	15±9
StL	4265±223	2458±93	68±22	256±33	1603±95	599±55	59±18	9±5
GP	3401±401	1914±154	43±18	569±115	1034±77	311±28	43±18	0
A	3439±367	3190±236	741±54	342±37	2140±162	707±67	635±51	107±39

Плотность веретен в зонах GP и HA выше, чем в зонах HD, StL, M и N. В зоне A плотность веретен больше, чем в зонах M и N. В зоне HD плотность веретен больше, чем в зоне N. Плотность пирамид в зоне GP самая низкая. В зонах N и StL плотность пирамид меньше, чем в зонах A, HA, HD, M. В зоне HA плотность пирамид выше, чем в зонах HD и M. Плотность звезд в зоне GP самая низкая. В зоне M плотность звезд самая высокая. В зоне HA плотность звезд больше, чем в зонах N и StL.

Плотность нейроглиальных комплексов первого типа (НГК1) в зонах GP и StL самая низкая. В зонах A и HD плотность НГК1 самая высокая. В зоне HA плотность НГК1 больше, чем в зонах M и N. В зоне M плотность НГК1 выше, чем в зоне N. Плотность нейроглиальных комплексов второго типа (НГК2) в зоне HD самая высокая. В зоне A плотность НГК2 больше, чем в зонах M, N и StL. В зоне M плотность НГК2 больше, чем в зонах N и StL. В зоне HA плотность НГК2 выше, чем в зоне N. В зоне GP НГК2 отсутствуют.

Процентное соотношение количества глии, нейронов и комплексов составляет: в зоне A – 46,7:43,3:10,0; в зоне GP – 63,5:35,7:0,8; в зоне HA – 47,2:46,9:5,9; в зоне HD – 50,7:36,3:13,0; в зоне M – 43,2:52,1:4,7; в зоне N – 53,9:43,8:2,3; в зоне StL – 62,8:36,2:1,0. Процентное соотношение количества веретен, пирамид и звезд составляет: в зоне A – 10,7:67,1:22,2; в зоне GP – 29,7:54,0:16,3; в зоне HA – 13,4:64,9:21,7; в зоне HD – 9,7:68,0:22,3; в зоне M – 6,6:62,6:30,8; в зоне N – 8,4:63,7:27,9; в зоне StL – 10,4:65,2:24,4. Разнообразие классов нейронов в зоне M больше, чем в зонах A, GP, N и StL. Разнообразие классов нейронов в зоне HA выше, чем в зоне GP.

Площадь профильного поля глии самая низкая в зоне GP и самая высокая в зоне M (табл. 2). В зоне HD ППП глии больше, чем в зонах A, GP, HA, N и StL. В зоне N ППП глии выше, чем в зонах A, HA и StL. В зоне StL ППП глии больше, чем в зонах A и HA. В зоне A ППП глии выше, чем в зоне HA.

Таблица 2

Площадь профильного поля глии, нейронов и НГК в конечном мозге клеста-еловика

Зона мозга	Площадь профильного поля (в мкм^2)							
	глии	нейронов	комплексов	веретен	пирамид	звезд	НГК1	НГК2
HA	5,0±0,3	16,5±1,6	55,5±5,7	18,3±1,8	16,1±1,6	16,8±1,6	50,9±4,2	89,4±4,7
HD	5,9±0,5	18,7±1,8	77,6±6,4	20,1±1,7	18,0±1,9	20,0±1,6	65,2±3,8	107,7±6,4
M	6,1±0,5	28,8±4,5	100,6±8,6	23,7±2,2	27,9±4,0	29,8±5,5	91,7±5,6	158,3±10,7
N	5,4±0,5	24,0±2,4	76,6±5,5	21,5±1,6	22,7±2,3	24,1±2,7	72,3±4,0	109,0±7,9
StL	5,3±0,4	17,5±1,8	65,8±5,7	20,6±2,1	16,7±1,7	18,5±1,6	59,5±3,6	106,7±6,8
GP	4,6±0,4	17,2±1,6	66,0±3,8	18,2±1,5	16,8±1,7	16,6±1,2	66,0±3,7	-
A	5,2±0,4	19,3±1,8	73,9±6,9	18,3±1,5	19,2±1,8	20,2±1,9	65,8±4,3	121,7±7,3

Площадь профильного поля нейронов самая низкая в зоне HA и самая высокая в зоне M. В зоне N ППП нейронов больше, чем в зонах A, GP, HD и StL. В зоне A ППП нейронов выше, чем в зонах GP, HD и StL. В зоне HD ППП нейронов больше, чем в зонах GP и StL. Площадь профильного поля комплексов самая низкая в зоне HA и самая высокая в зоне M. В зонах HD и N ППП комплексов больше, чем в зоне StL. В зоне N ППП комплексов выше, чем в зоне GP.

Площадь профильного поля веретен самая низкая в зонах A, GP и HA и самая высокая в зоне M. Других различий по ППП веретен не выявлено. Площадь профильного поля пирамид самая низкая в зоне HA и самая высокая в зоне M. В зоне N ППП пирамид больше, чем в зонах A, GP, HD и StL. В зоне A ППП пирамид выше, чем в зонах GP, HD и StL. В зоне HD ППП пирамид больше, чем в зонах GP и StL. Площадь профильного поля звезд самая низкая в зонах GP и HA и самая высокая в зоне M. В зоне N ППП звезд больше, чем в зонах A, HD и StL. В зонах A и HD ППП звезд выше, чем в зоне StL.

Площадь профильного поля НГК1 самая низкая в зоне НА и самая высокая в зоне М. В зоне N ППП НГК1 больше, чем в зонах А, HD и StL. Площадь профильного поля НГК2 самая высокая в зоне М. В зоне А ППП НГК2 больше, чем в зонах НА и HD. В зонах HD и N ППП НГК2 выше, чем в зоне НА. В зоне GP НГК2 отсутствуют.

Данные по структурным компонентам конечного мозга серой вороны для сравнения с клестом-еловиком были взяты из монографии Л. Н. Воронова [2, 118].

Резюме. В конечном мозге клеста оказалось примерно одинаковое количество структурных компонентов как в эволюционно молодых, так и старых полях, хотя у большинства изученных нами птиц глиальных клеток больше в эволюционно старых полях, а комплексов клеток – в эволюционно молодых. У клеста наблюдаются сравнительно небольшие различия в плотности и площади профильного поля у нейронов и глии, а у большинства птиц глии обычно значительно больше, чем нейронов. По сравнению с серой вороной в конечном мозге клеста значительно увеличена плотность веретеновидных нейронов по сравнению с пирамидными, хотя по площади профильного поля этих нейронов разница незначительна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Воронов, Л. Н.* Морфофизиологические закономерности совершенствования головного мозга и других органов птиц / Л. Н. Воронов. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 111 с.

2. *Воронов, Л. Н.* Эволюция поведения и головного мозга птиц / Л. Н. Воронов. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2004. – 210 с.

3. *Воронов, Н. П.* Адаптивные особенности пищеварительной системы насекомоядных и зерноядных птиц / Н. П. Воронов // Вестник зоол. – 1973. – № 5. – С. 11–18.

4. *Дзержинский, Ф. Я.* Челюстной аппарат птиц / Ф. Я. Дзержинский // Зоология позвоночных. Итоги науки. Сер. Биол. : сб. науч. тр. – М., 1971. – С. 16–59.

5. *Дзержинский, Ф. Я.* Биомеханический анализ челюстного аппарата птиц / Ф. Я. Дзержинский. – М. : 1972. – 155 с.

6. *Крушинский, Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности / Л. В. Крушинский. – М. : Изд-во МГУ, 1977. – 270 с.

7. *Мальцев, В. В.* О форме клюва клестов (*Loxia*) в связи с питанием семенами хвойных / В. В. Мальцев // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1937. – № 46 (5). – С. 280–284.

8. *Некрасов, Б. В.* Морфобиологические особенности челюстного аппарата вьюрковых (Fringilidae), связанные с зерноядностью / Б. В. Некрасов // Систематика, морфология и биология птиц : сб. науч. тр. – Л. : Наука, 1978. – С. 35–176.

9. *Обозова, Т. А.* Клесты-еловики (*Loxia curvirostra*) способны к обобщению признака «больше» / Т. А. Обозова, А. А. Смирнова, З. А. Зорина // Журн. высш. нервн. деят. – 2009. – № 59 (3). – С. 305–312.

10. *Хлебосолов, Е. И.* Лекции по теории эволюции / Е. И. Хлебосолов. – М. : УЦ «Перспектива», 2004. – 264 с.

11. *Юдин, К. А.* Биологическое значение и эволюция кинетичности черепа птиц / К. А. Юдин // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1970. – № 47. – С. 32–66.

12. *Boker, H.* Die Bedutung der Uberkreuzung der Schnabelspitzen bie der Gattung *Loxia* / H. Boker // Biol. Zbl. – 1922. – № 42 (2). – S. 87–93.

13. *Huber, W.* Untersuchungen uber Genese der Asymmetrie am Kopf von *Loxia curvirostra* / W. Huber // Gegenbaurs Morphol. Jahrb. – 1933. – № 71 (4). – S. 571–588.

УДК 371.72:616-072.8

ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ 2 КУРСА ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТА «СЕЛЕНЕС+»

DYNAMICS OF SECOND-YEAR STUDENTS' PHYSIOLOGICAL STATE IN TERMS OF DIFFERENT MOTOR ACTIVITY MODES AND USE OF BIOLOGICAL PREPARATION «SELENES+»

Н. А. Кузьмина, С. Г. Табаков, А. В. Панихина

N. A. Kuzmina, S. G. Tabakov, A. V. Panikhina

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлена причинно-следственная связь между динамикой морфофизиологического состояния второкурсников и назначением биопрепарата «Селенес+» совместно с дополнительными физическими занятиями.

Abstract. Cause-and-effect relation between the dynamics of second-year students' morphophysiological state and the prescription of biological preparation «Selenes+» along with extra physical exercises has been determined.

Ключевые слова: *студенты 2 курса, «Селенес+», оздоровительная аэробика, морфофизиологический статус, адаптация.*

Keywords: *second-year students, «Selenes+», health-improving aerobics, morphophysiological status, adaptation.*

Актуальность исследуемой проблемы. Состояние здоровья молодежи является необходимым и определяющим условием благополучия общества, его прогрессивного развития [1], [2]. Однако сложившаяся в нашей стране обстановка расширяет круг факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье студентов, и делает эту категорию населения еще более уязвимой в социальном и медицинском аспекте.

Начальный период обучения в вузе для студентов является ответственным как в социальном, так и физиологическом отношении. Новые условия обучения, высокая суммарная учебная нагрузка, большой объем, новизна и сложность материала, которым должен овладеть студент, предъявляют к организму повышенные требования. В процессе учебных занятий в институте создаются достаточные предпосылки для развития утомления у обучающихся, что приводит к различным расстройствам адаптации [3], [4]. Состояние здоровья студенческой молодежи во многом определяется его адаптационными резервами, характером и направленностью взаимодействия в системе организм – среда – поведение. Для решения данной проблемы необходимо проследить, как происходят процессы адаптации студентов к обучению в вузе.

В этой связи целью нашего исследования явилось изучение психофизиологического состояния студентов 2 года обучения.

Исходя из поставленной цели, выдвинуты следующие задачи исследования: 1) изучить показатели гематологии и параметры функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС); 2) оценить индивидуально-психологические особенности студентов 2 курса.

Материал и методика исследований. Проведена серия экспериментов и лабораторных исследований на базе Чебоксарского политехнического института (филиала) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет» с участием 30 юношей основной медицинской группы в возрасте 18–19 лет (по 10 человек в каждой группе) в течение 3, 4 учебных семестров. Студенты были разделены на 3 группы: I группа – контрольная, II группа – студенты принимали «Плацебо», III группа – «Селенес+» перорально по 1 драже ежедневно согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ. Второкурсникам II и III групп назначали «Плацебо» и «Селенес+» за 1 месяц до начала экзаменационных сессий (декабрь, май). При этом юноши всех исследуемых групп дополнительно занимались оздоровительной аэробикой 2 раза в неделю по 90 минут.

В начале (сентябрь, февраль) и конце (декабрь, май) теоретического обучения, в периоды зимней (январь) и летней (июнь) экзаменационных сессий проводили оценку гематологических (число эритроцитов, лейкоцитов, уровень гемоглобина) параметров и состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) определением систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД соответственно), частоты сердечных сокращений (ЧСС), пульсового давления (ПД), систолического и минутного объема крови (СОК и МОК соответственно), индекса функциональных изменений (ИФИ) учащейся молодежи с применением современных клинико-физиологических и математических методов исследований. Оценку индивидуально-психологических особенностей второкурсников проводили с помощью тепинг-теста, шкалы личностной и ситуативной тревожности Спилберга.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе эксперимента было установлено, что количество эритроцитов в крови студентов III группы увеличивалось от начала 3 и 4 семестров к их концу от 5,35±0,09 до 5,76±0,06 и от 4,75±0,16 до 5,28±0,20 млн/мкл соответственно. Иная закономерность была обнаружена у студентов I и II групп. Так, их значения волнообразно снижались к периодам экзаменационных сессий.

Уровень гемоглобина в крови студентов I группы волнообразно снижался в течение 2 года обучения, тогда как у их сверстников из III группы в условиях применения биогенного соединения «Селенес+» он, напротив, возрастал.

Отмечено, что число лейкоцитов у второкурсников контрольной группы неуклонно увеличивалось в течение 3 и 4 семестров от 5,38±0,30 до 5,52±0,28 и от 7,16±1,14 до 7,75±0,39 тыс./мкл соответственно. У студентов III группы данный гематологический показатель снижался на протяжении учебного года от 7,25±0,78 до 5,07±0,42 тыс./мкл (рис. 1).

Показатели ЧСС у исследуемых студентов волнообразно повышались в течение семестров, достигая максимальных значений в периоды экзаменационных сессий. Так, в январе значения ЧСС студентов I группы составляли 87,60±2,96, II группы – 88,50±2,04 и III группы – 87,40±2,52 уд./мин.

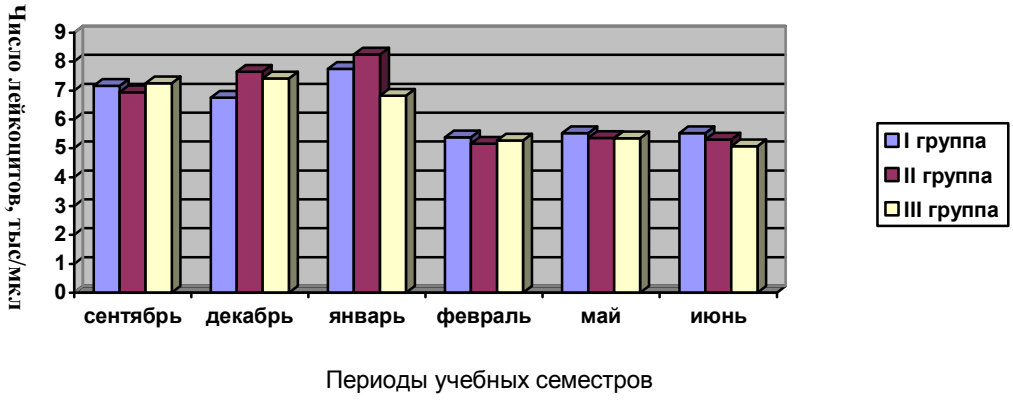


Рис. 1. ***Динамика количества лейкоцитов в крови студентов***

Аналогичная закономерность выявлена в динамике ПД, которая у учащейся молодежи сравниваемых групп в течение 3 и 4 учебных семестров имела тенденцию стойкого повышения от начала теоретического обучения в семестрах к периодам экзаменов (январь, июнь) и лежала в диапазонах 43,20±3,94 – 51,10±1,89 и 44,40±2,02 – 53,90±1,63 мм рт. ст. соответственно.

Исследования показали, что диапазон значений САД находился в пределах физиологической нормы. Отмечено, что данный параметр у юношей всех групп исследований возрастал в течение года, причем максимальные значения приходились на периоды зимней и летней экзаменационных сессий (130,70±1,24 и 130,50±1,05 – I группа, 132,50±1,47 и 124,50±1,12 – II группа, 129,10±0,82 и 123,70±0,97 мм рт. ст. – III группа соответственно) (рис. 2).

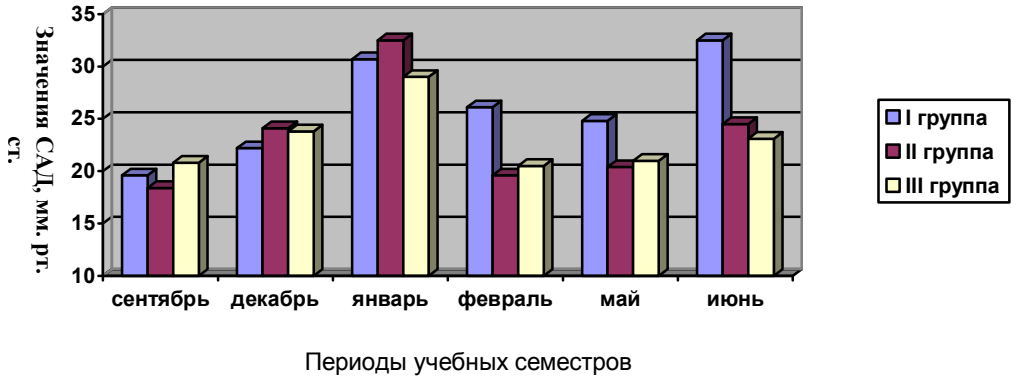


Рис. 2. ***Значения САД студентов***

Характер колебаний значений ДАД всецело соответствовал динамике САД. При анализе динамики значений СОК, характеризующих количество выбрасываемой желудочками крови за период одной систолы, выявлено, что у студенческой молодежи они уменьшались от начала к концу учебного года (20,29±2,11 – 20,90±1,23 против 17,43±1,83 – 23,19±1,48 мл). Следует отметить, что показатели СОК у контрольных студентов на протяжении второго года обучения были выше аналогичных значений у их сверстников III группы, что может свидетельствовать о состоянии повышенного напряжения деятельности ССС организма первых.

Установлено, что динамика значений МОК сопряжена с параметрами СОК. Так, у второкурсников I и II групп значения МОК зигзагообразно увеличивались в возрастном аспекте (1529,60±165,51 – 1543,61±372,7 – 1603,95±101,65 – 1858,48±100,32 мл/мин), тогда как у их ровесников III группы наблюдалось снижение данных значений (1529,60±165,51 против 1343,94±146,46 мл/мин) (рис. 3).

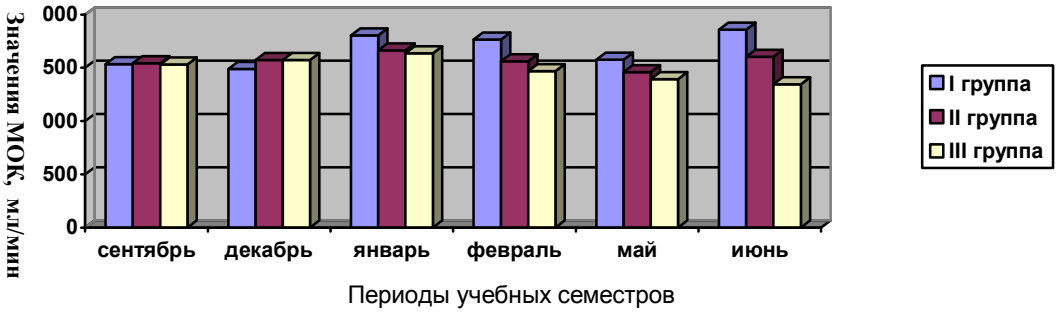


Рис. 3. ***Значения МОК студентов***

Показатели ССС свидетельствуют о выраженных психофизиологических сдвигах и нарушениях в регуляторных механизмах ритма сердца, наблюдаемых у студентов в период экзаменационной сессии.

Параллельно с изучением физиологических параметров проводился анализ типологических особенностей студентов с помощью методик психодиагностики. Были проанализированы личностная (ЛТ) и ситуативная (СТ) тревожности (шкала Ч. Д. Спилберга и Ю. Л. Ханина) и определены свойства нервной системы по психомоторным показателям (теппинг-тест) [2].

Показатель ЛТ студентов в декабре варьировался от 35 до 57 баллов. Параметр ситуативной тревожности лежал в диапазоне от 32 до 55 баллов. Следует отметить, что ЛТ и СТ в обычный учебный день у большинства студентов по установленной шкале были умеренными. Так у 60,5 % студентов ЛТ была оценена как умеренная; у 39,5 % – высокая; СТ у 75 % студентов – умеренная, у 25 % – высокая.

В период зимней экзаменационной сессии диапазон колебаний значений ЛТ и СТ значительно увеличивался от 29 до 65, от 27 до 65 баллов соответственно. Достаточно высокий уровень ЛТ человека, вероятнее всего, может говорить о проблемах коммуникативного характера, проявляющихся у него в самых различных жизненных ситуациях. Низкий уровень тревожности студента говорит о его недостаточной мотивации к учебной деятельности и пониженной ответственности за результаты учебы. Иногда очень низкая тревожность является результатом активного вытеснения личностью высокой тревоги с целью показать себя в «лучшем свете».

В период летней сессии у 74,7 % студентов отмечался умеренный, у 19,4 % – высокий, у 5,9 % – низкий уровень ЛТ. По СТ можно косвенно оценить степень выраженности психоэмоционального стресса в данный момент времени. Так, у 20,5 % студентов была высокая тревожность, у 75,5 % – умеренная, у 4 % – низкая.

На основе теппинг-теста определяли силу нервных процессов студентов. Сильная нервная система, как известно, выдерживает большую по величине и длительности нагрузку, чем слабая. Установлено, что сильной нервной системой обладают 10 % испытуемых, средней – 50 %, слабой – 40 %.

Тем самым прослеживается тенденция к снижению выраженности отрицательных психологических сдвигов студентов от начала 3 к концу 4 семестра.

Резюме. Экспериментально доказано, что студенты III группы в условиях применения биогенного соединения «Селенес+» в комплексе с дополнительными занятиями оздоровительной аэробикой имели более высокие показатели морфофизиологического состояния организма по сравнению с контрольными значениями. Среднее положение между студентами-второкурсниками первой (контроль) и третьей («Селенес+») групп по изученным параметрам соматометрии, гемотологической и психофизиологической картины занимали их сверстники второй («Плацебо») группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаджанян, Н. А.* Надежда XXI века – студенческая молодежь: здоровье, образование, семья, профессия / Н. А. Агаджанян // Здоровье студентов : сб. тез. междунар. науч.-практ. конф. – М. : Изд-во РУДН, 1999. – С. 4–9.

2. *Копаев, В. П.* Гармонизация умственных и физических нагрузок как условие повышения эффективности обучения студентов физкультурных вузов / В. П. Копаев // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 5. – С. 22–23.

3. *Попова, Ю. А.* Дистресс у студентов младших курсов в процессе обучения в вузе / Ю. А. Попова, А. А. Никоноров // I съезд физиологов СНГ : научные труды. – М. : Медицина-Здоровье, 2005. – Т. 2. – С. 279.

4. *Паршукова, О. И.* Селен и его функции у жителей Европейского Севера : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / О. И. Паршукова. – Сыктывкар, 2008. – 19 с.

УДК 539.374

АНИЗОТРОПНАЯ ЭКСЦЕНТРИЧНАЯ ТРУБА С УЧЕТОМ СЖИМАЕМОСТИ И НЕСЖИМАЕМОСТИ МАТЕРИАЛА

ANISOTROPIC ECCENTRIC TUBE OF COMPRESSIBLE OR INCOMPRESSIBLE MATERIAL

Т. А. Кульпина

T. A. Kulpina

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Проведен сравнительный анализ упругопластического состояния анизотропных эксцентричных труб из сжимаемого и несжимаемого материала.

Abstract. A comparative analysis of the elastoplastic condition of anisotropic eccentric tubes from compressible and incompressible materials is carried out.

Ключевые слова: *упругость, пластичность, пластина, деформация, напряжение.*

Keywords: *elasticity, plasticity, plate, deformation, effort.*

Актуальность исследуемой проблемы. Определение напряженного и деформированного упругопластического состояния тел вблизи отверстий, полостей и других концентраторов напряжений принадлежит к числу актуальных проблем в машиностроении, строительной механике, горном деле, расчете элементов конструкций, работающих в условиях предельных нагрузок.

Материал и методика исследований. В работе используется фундаментальный материал по теории идеальной пластичности и метод малого параметра.

Результаты исследований и их обсуждение. Рассмотрим анизотропную эксцентричную трубу из сжимаемого материала под действием внутреннего давления p и напряженное состояние анизотропной эксцентричной трубы под действием внутреннего давления p и при действии на внутренней поверхности трубы касательного усилия $\tau_{\rho z}^{(0)} \neq 0$.

В дальнейшем все величины, имеющие размерность напряжений, отнесем к величине k – пределу текучести на сдвиг, величины, имеющие размерность длины, – к величине r_s^0 – радиусу пластической зоны при равномерном растяжении: $\delta = 0$ [1].

В результате получим безразмерные величины:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij} / k, p = p / k, q = q / k, \tau_i = \tau_i / k, G = G / k,$$

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij} / r_s^0, u = u / r_s^0, v = v / r_s^0, w = w / r_s^0, \alpha = a / r_s^0,$$

где σ_{ij} – компоненты тензора напряжений, ε_{ij} – компоненты скоростей деформации, u, v, w – компоненты скоростей перемещений вдоль осей ρ, θ, z соответственно.

Для решения задачи в цилиндрической системе координат используем уравнения равновесия [2]:

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial \sigma_\rho}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{\rho\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{\rho z}}{\partial z} + \frac{\sigma_\rho - \sigma_\theta}{\rho} = 0,\\
&\frac{\partial \tau_{\rho\theta}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \sigma_\rho}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z} + \frac{2\tau_{\rho\theta}}{\rho} = 0,\\
&\frac{\partial \tau_{\rho z}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\tau_{\rho z}}{\rho} = 0.
\end{aligned} \tag{1}$$

Пусть радиусы стенок трубы – a и $b\,(a < b)$, эксцентриситет – c. Уравнение внешнего контура трубы имеет вид [4]

$$(x - c)^2 + y^2 = b^2. \tag{2}$$

Полагая $x = r\cos\theta$, $y = r\sin\theta$, перепишем (2) в виде

$$\rho^2 - 2\delta\rho\cos\theta + (\delta^2 - \beta^2) = 0, \tag{3}$$

где

$$\delta = \frac{c}{r_s^0},\ \rho = \frac{r}{r_s^0},\ \beta = \frac{b}{r_s^0},\ \alpha = \frac{a}{r_s^0}, \tag{4}$$

r_s^0 – радиус упругопластической зоны в невозмущенном состоянии.

Из (3) найдем

$$\rho = \delta\cos\theta + \sqrt{\beta^2 - \delta^2\sin^2\theta} = \beta + \delta\cos\theta - \frac{\delta^2}{2\beta}\sin^2\theta - \frac{\delta^4}{8\beta^3}\sin^4\theta + \ldots \tag{5}$$

Для трубы из сжимаемого материала предполагается, что на внутренней поверхности трубы не действуют касательные усилия; тогда в нулевом приближении будем иметь

$$\tau_{\rho\theta}^{(0)} = \tau_{\rho z}^{(0)} = \tau_{\theta z}^{(0)} = 0. \tag{6}$$

Все остальные компоненты тензора напряжений зависят только от ρ.

Условие пластичности Мизеса в анизотропном состоянии в условиях сжимаемости имеет вид [3]

$$A(\sigma_\rho - \sigma_\theta)^2 + B(\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + C(\sigma_z - \sigma_\rho)^2 = 6(1 + f\sigma)^2, \tag{7}$$

где A, B, C – постоянные величины, имеющие вид

$$\begin{aligned}
A &= 1 + \delta a,\\
B &= 1 + \delta b,\\
C &= 1 + \delta c.
\end{aligned} \tag{8}$$

В результате сравнительного анализа определено, что в нулевом приближении компоненты напряжения для анизотропной эксцентричной трубы из несжимаемого материала имеют вид

$$\sigma_\rho^{(0)p} = \ln\frac{\rho}{\alpha} - \frac{\sqrt{\rho^2 - \alpha^2\tau_1^2}}{\rho} + \ln\frac{\rho + \sqrt{\rho^2 - \alpha^2\tau_1^2}}{\alpha\left(1 + \sqrt{1 - \tau_1^2}\right)} + \sqrt{1 - \tau_1^2} - p,$$

$$\sigma_\theta^{(0)p} = \ln\frac{\rho}{\alpha} + \ln\frac{\rho + \sqrt{\rho^2 - \alpha^2\tau_1^2}}{\alpha\left(1+\sqrt{1-\tau_1^2}\right)} + 1 + \sqrt{1-\tau_1^2} - p, \tag{9}$$

где

$$\tau_{\rho z}^{(0)} = \frac{\alpha\tau_1}{\rho}.$$

А компоненты напряженного состояния для трубы из сжимаемого материала следующие:

$$\sigma_\rho^{(0)p} = \frac{1-pf}{f}\left(\frac{\rho}{\alpha}\right)^{-Mf} - \frac{1}{f},$$

$$\sigma_\theta^{(0)p} = \frac{3+2f}{3-4f}\cdot\frac{1-pf}{f}\left(\frac{\rho}{\alpha}\right)^{-Mf} - \frac{1}{f}, \quad \text{где} \quad M = -\frac{6}{3-4f}. \tag{10}$$

В первом приближении для анизотропной трубы из несжимаемого материала линеаризованное условие пластичности примет вид

$$m\left(\sigma_\rho^{(0)} - \sigma_\theta^{(0)}\right)^2 + 12(\sigma_\rho^{(0)} - \sigma_\theta^{(0)})(\sigma_\rho^{(1)} - \sigma_\theta^{(1)}) + 24g\tau_{\rho z}^{(0)2} + 48\tau_{\rho z}^{(0)}\tau_{\rho z}^{(1)} = 0, \tag{11}$$

где $m = 4a + b + c.$

Из (11) получим

$$\sigma_\rho^{(1)} - \sigma_\theta^{(1)} = \frac{2g\tau_1^2\alpha^2}{\rho(\rho+s)} + \frac{4\tau_1\alpha\tau_{\rho z}^{(1)}}{\rho+s} + \frac{m(1+s)^2}{12\rho(\rho+s)}. \tag{12}$$

$$s = \sqrt{\rho^2 - \alpha^2\tau_1^2}.$$

В первом приближении уравнения равновесия запишутся в виде

$$\frac{d\sigma_\rho^{(1)}}{d\rho} + \frac{\sigma_\rho^{(1)} - \sigma_\theta^{(1)}}{\rho} = 0,$$

$$\frac{d\tau_{\rho z}^{(1)}}{d\rho} + \frac{2\tau_{\rho z}^{(1)}}{\rho} = 0. \tag{13}$$

Решая второе уравнение системы (13), используя граничные условия

$$\sigma_\rho^{(1)} + \frac{d\sigma_\rho^{(0)}}{d\rho}r_1 = \frac{d\mathrm{P}_v}{d\rho}r_1, \quad \tau_{\rho\theta}^{(1)} - \left(\sigma_\theta^{(0)} - \sigma_\rho^{(0)}\right)\dot{R}_1 = \frac{d\mathrm{P}_\tau}{d\rho}r_1 \quad \text{при} \quad \rho = \beta, \tag{14}$$

получим $\tau_{\rho z}^{(1)} = \dfrac{t\sin\theta}{\rho^2}$, (15)

где $t = -2\beta\sqrt{1-\tau_1^2}$.

Из (12), (15) получим

$$\sigma_\rho^{(1)} - \sigma_\theta^{(1)} = \frac{2g\tau_1^2\alpha^2}{\rho(\rho+s)} + \frac{4\tau_1\alpha t\sin\theta}{\rho^2(\rho+s)} + \frac{m(1+s)^2}{12\rho(\rho+s)}. \tag{16}$$

Подставляя выражение (16) в первое уравнение системы (13), получим решение задачи в первом приближении

$$\sigma_{\rho}^{(1)p} = \frac{\rho + s}{12C_1^2}\frac{\sqrt{\rho^4 - C_1^2}}{\rho^2} + \frac{m}{48}\ln\left|\frac{\sqrt{\rho^4 - C_1^2} - \rho^2}{\sqrt{\rho^4 - C_1^2} + \rho^2}\right| +$$

$$+ \frac{\tau_1^{\ 2}}{\alpha\sqrt{1-\tau_1^{\ 2}}}\cos\theta - \frac{\rho + s}{12C_1^2}\frac{\sqrt{\alpha^4 - C_1^2}}{\alpha^2} - \frac{m}{48}\ln\left|\frac{\sqrt{\alpha^4 - C_1^2} - \alpha^2}{\sqrt{\alpha^4 - C_1^2} + \alpha^2}\right|,$$

$$\sigma_{\theta}^{(1)p} = \frac{\rho + s}{24\rho\sqrt{\rho^4 - C_1^2}} + \frac{\rho^2(t\rho - 2C_1^2 m)}{24C_1^2\sqrt{\rho^4 - C_1^2}} + \frac{m}{48}\ln\left|\frac{\sqrt{\rho^4 - C_1^2} - \rho}{\sqrt{\rho^4 - C_1^2} + \rho}\right| +$$

$$+ \frac{\tau_1^{\ 2}}{\alpha\sqrt{1-\tau_1^{\ 2}}}\cos\theta - \frac{\rho + s}{24\rho}\frac{\sqrt{\alpha^4 - C_1^2}}{\alpha^2} - \frac{m}{48}\ln\left|\frac{\sqrt{\alpha^4 - C_1^2} - \alpha}{\sqrt{\alpha^4 - C_1^2} + \alpha}\right|. \qquad (17)$$

$$C_1 = g\tau_1\alpha_1.$$

Для анизотропной трубы из сжимаемого материала решение задачи имеет вид

$$\sigma_{\rho}^{(I)e} = \frac{n}{\beta^4}\left[\rho + \frac{1}{\beta^4 - 1}\left(\rho - \frac{\beta^4}{\rho^3}\right)\right]\cos\theta,$$

$$\sigma_{\theta}^{(I)e} = \frac{n}{\beta^4}\left[3\rho + \frac{1}{\beta^4 - 1}\left(3\rho + \frac{\beta^4}{\rho^3}\right)\right]\cos\theta, \qquad (18)$$

$$\tau_{\rho\theta}^{(I)e} = \frac{n}{\beta^4}\left[\rho + \frac{1}{\beta^4 - 1}\left(\rho - \frac{\beta^4}{\rho^3}\right)\right]\sin\theta.$$

Радиус упругопластической зоны имеет вид

$$\rho_{1s} = \frac{hn}{\beta^4 - 1}\cos\theta, \qquad (19)$$

где $h = \dfrac{(3 - 4f)^2}{3(1 - pf)(3 - f)}\alpha^{-Mf}$.

Резюме. Для данных труб приведены значения напряжений до первого приближения включительно и радиусы упрогупластических зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивлев, Д. Д.* Метод возмущений в теории упругопластического тела / Д. Д. Ивлев, Л. В. Ершов. – М. : Наука, 1978. – 208 с.

2. *Ивлев, Д. Д.* Теория предельного состояния и идеальной пластичности / Д. Д. Ивлев. − Воронеж : Колос, 2005. − 205 с.

3. *Ишлинский, А. Ю.* Математическая теория пластичности / А. Ю. Ишлинский, Д. Д. Ивлев. − М. : Физматлит, 2001. − С. 33−185.

4. *Михайлова, М. В.* О влиянии сдвигов на упругоидеальнопластическое состояние пластины с круговым отверстием при двуосном растяжении / М. В. Михайлова, Л. И. Афанасьева // Проблемы механики неупругих деформаций. – М. : Физматлит, 2001. – С. 211–228.

УДК 636.084.12; 591.362; 574.24

СПЕЦИФИЧНОСТЬ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

SPECIFICATION OF MORPHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF PRODUCTIVE ANIMALS DURING THE PERIOD OF POSTNATAL ONTOGENESIS

М. Н. Лежнина, А. Д. Блинова, Л. Н. Ефимова, В. Н. Еремеев

M. N. Lezhnina, A. D. Blinova, L. N. Efimova, V. N. Eremeev

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Онтогенетические особенности морфофизиологического состояния хрячков и боровков обусловлены комбинированным применением «Трепела» и «Сувара» с учетом биогеохимической специфичности Центра Чувашской Республики.

Abstract. Ontogenetic specification of morphophysiological status of boars and hogs is determined by the combined usage of «Trepel» and «Suvar» taking into consideration biogeochemical specification of the Centre in the Chuvash Republic.

Ключевые слова: *хрячки, боровки, постнатальный онтогенез, кровь, «Трепел», «Сувар».*

Keywords: *boars, hogs, postnatal ontogenesis, blood, «Trepel», «Suvar».*

Актуальность исследуемой проблемы. Одним из важных свойств всех живых систем является их способность приспосабливаться к изменениям биотических и абиотических факторов окружающей среды, отвечать общими, неспецифическими реакциями на разнообразные их воздействия. Биологический смысл и характер таких реакций заключается в мобилизации функциональных резервов организма, необходимых для поддержания гомеостаза и обеспечения относительного динамического постоянства живой системы [1], [2], [3], [4].

Следовательно, разработка, апробация и внедрение новых биогенных соединений отечественного производства, вызывающих иммунофизиологические и метаболические эффекты организма с учетом биогеохимического своеобразия регионов России, является актуальной проблемой современной биологии и биотехнологии.

Цель работы – изучить онтогенетическую специфичность роста тела, гематологического и биохимического профилей у хрячков и боровков, содержащихся при комбинированном назначении «Трепела» и «Сувара» с учетом биогеохимических особенностей Чувашского Центра.

Материал и методика исследований. Проведена серия научно-хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов с использованием 20 поросят-сосунов, для чего их подбирали по принципу аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, породы, возраста, пола, массы тела по 10 животных в каждой группе.

Хрячков обеих групп с 2- до 59-дневного возраста выращивали вместе с подсосными свиноматками. Затем после кастрации боровков первой группы (контроль) с 60- до 300-дневного возраста содержали на основном рационе (ОР), животным второй группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Трепел» в дозе 1,25 г/кг массы тела до конца исследований и «Сувар» из расчета 25–50 мг/кг (массы тела) в течение каждых 20 дней с 10-дневными интервалами до 240-дневного возраста.

В ходе опытов у 5 животных из каждой группы на 2-, 15-, 60-, 240- и 300-й день жизни (соответственно периоды новорожденности, молочного кормления, половой зрелости, физиологической зрелости) изучали клинико-физиологическое состояние, рост тела, гематологическую и биохимическую картину по общепринятым в физиологии современным тестам.

Результаты исследований и их обсуждение. Выявлено, что у исследуемых хрячков и боровков изменения температуры тела носили волнообразный характер, частота ударов пульса и дыхательных движений, значения которых были в пределах колебаний физиологической нормы (P>0,05), неуклонно снижалась по мере взросления При этом подопытные животные имели полный пульс, ритмичное глубокое дыхание. Их слизистая оболочка носа была бледно-розового цвета, умеренной влажности, конъюнктива глаз – также бледно-розового цвета, волосяной покров – эластичным гладким, прочно удерживающимся в коже, кожа – упругой, без видимых повреждений, упитанность – средней, поза – естественной, темперамент – живым, поверхностные (предлопаточные, подчелюстные и коленной складки) лимфатические узлы при пальпации – хорошо выраженными и безболезненными. Все это свидетельствует о здоровом клинико-физиологическом состоянии организма.

Анализ морфофизиологического состояния в межгрупповом аспекте показал, что масса тела 2-, 15-, 60-дневных опытных хрячков была практически аналогичной таковой интактных сверстников. Однако в их 240-, 300-дневном возрасте (периоды половой и физиологической зрелости) она была выше контрольных показателей на 13,1–14,3 % (P<0,05–0,001).

Динамика среднесуточного прироста массы тела всецело соответствовала характеру изменений живой массы, который в периоды новорожденности, молочного кормления, половой зрелости и физиологической зрелости у животных контрольной и опытной групп в среднем составил 376±19,7 и 416±42,2 г соответственно. Причем превышение по данному ростовому параметру составило 18,7 % (P<0,05).

Об интенсивности ростовых процессов животных принято судить по коэффициенту роста, который вычисляется как отношение живой массы в отдельные возрастные периоды к таковой при рождении. Установлено, что если коэффициент роста у исследуемых поросят в 15-, 60-дневном возрасте был примерно одинаковым (соответственно 2,6±0,09 – 2,5±0,13 и 5,7±0,12 – 5,6±0,12), то у 240-, 300-дневных боровков второй группы он превышал контрольные показатели на 10,7–11,8 % (P<0,05–0,001).

Выявлено, что в возрастном аспекте число эритроцитов в крови животных интактной группы волнообразно повышалось от 2,70±0,06 до 4,79±0,09, второй – от 2,83±0,07 до 5,843±0,05 млн/мкл (рис. 1). При этом 240- и 300-дневные животные опытной группы, содержавшиеся в условиях скармливания «Трепела», превосходили по этому гематологическому показателю контрольных сверстников на 18,0–18,1 % (P<0,005–0,001).

Характер изменений концентрации гемоглобина у животных обеих групп в целом соответствовал динамике количества эритроцитов, которая в периоды половой и физиологической зрелости у опытных боровков достоверно превышала контрольные значения.

Отмечено, что если число эритроцитов и уровень гемоглобина у подопытных животных постепенно нарастали по мере их взросления, то количество лейкоцитов, наоборот, сначала увеличивалось от фазы новорожденности к концу периода молочного питания (15,6±0,17 – 15,8±0,10 против 18,5±0,14 – 18,8±0,08) с последующим понижением к периоду физиологической зрелости до 16,9±0,09 – 17,0±0,11 тыс./мкл (P>0,05).

Выявлено, что уровень глюкозы у исследуемых животных плавно повышался по мере их взросления от 2,5±0,10–2,5±0,11 до 6,0±0,09–6,6±0,14 г/л. (P<0,05) (рис. 2).

При анализе данных роста, гематологического и биохимического профилей у контрольных животных в онтогенетическом разрезе выявлено, что масса тела за периоды новорожденности, молочного кормления, половой зрелости и физиологической зрелости увеличивалась соответственно на 62,3, 54,2, 82,9 и 18,8 %. Отсюда следует, что максимальная интенсивность роста тела имела место в фазу половой зрелости, минимальная – в период физиологической зрелости.

Аналогичная закономерность выявлена в динамике среднесуточного прироста массы тела, который за исследуемые периоды онтогенеза составил 365±17,73, 309±2,23, 452±6,46 и 379±7,35 г соответственно. Динамика значений коэффициента роста в целом соответствовала характеру колебаний среднесуточного прироста массы тела.

Выявлено, что у интакных животных количество эритроцитов менялось в убывающей последовательности: от фазы новорожденности к концу периода молочного кормления – на 27,8 % (P<0,001); к концу периодов половой и физиологической зрелости – на 2,4 и 1,2 % соответственно (P>0,05).

В то же время уровень гемоглобина в возрастном аспекте увеличивался волнообразно: от начала фазы новорожденности к ее завершению – на 10,5 %, к концу периодов молочного кормления, половой зрелости, физиологической зрелости – соответственно на 4,0, 6,6, 5,4 % (P<0,001).

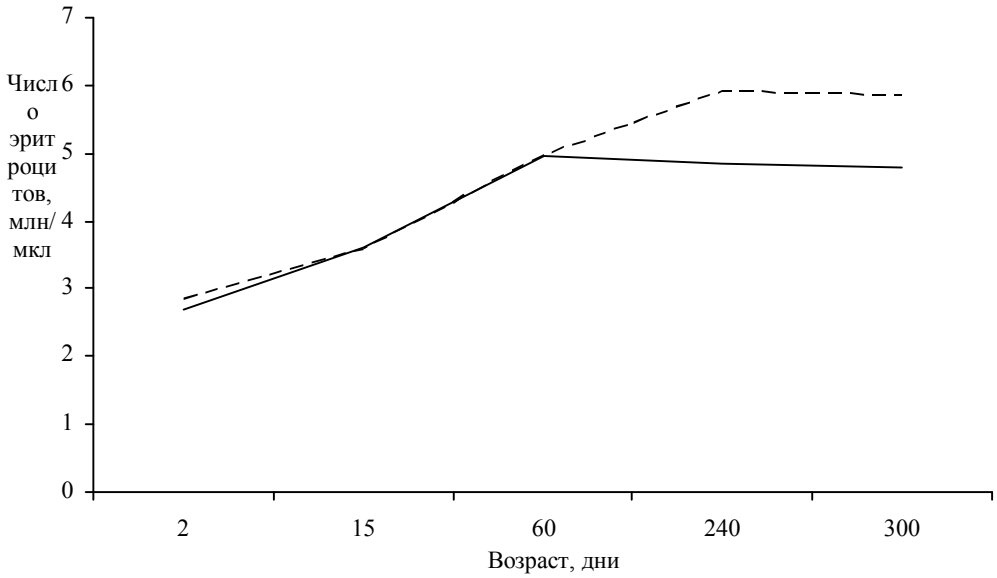


Рис. 1. ***Динамика количества эритроцитов животных: 1 (——); 2 (– – –) групп***

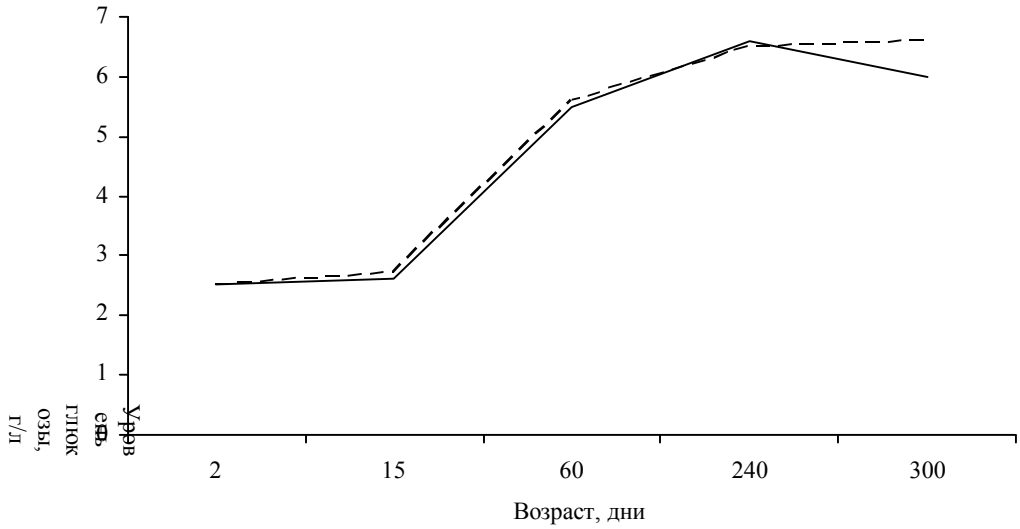


Рис. 2. ***Динамика уровня глюкозы животных: 1 (——); 2 (– – –) групп***

Иная закономерность обнаружена у контрольных животных в динамике колебаний числа лейкоцитов в изучаемые периоды постнатального онтогенеза. Так, от периода новорожденности к периоду молочного кормления оно возросло на 15,7 % (15,6±0,17 против 18,5±0,14 тыс./мкл), а к концу периода физиологической зрелости снизилось до 17,0±0,11 тыс./мкл (P>0,05).

Установлено, что уровень глюкозы по мере взросления животных постепенно нарастал. Так, максимальное его повышение отмечено в период молочного кормления (52,7 %), минимальное – в период физиологической зрелости (9,1 %; P<0,05–0,001).

Выявленная у животных контрольной группы специфичность динамики роста, гематологической и биохимической картины в разные периоды постнатального онтогенеза в основном имела место и у их сверстников опытной группы, но на более высоком уровне ростовых и иммунологических процессов, обусловленных назначением испытуемых биогенных веществ.

Резюме. В биогеохимических условиях Центра Чувашии выявлена взаимосвязь между комбинированным применением продуктивным животным «Трепела» с «Суваром» и онтогенетическими особенностями морфофизиологического состояния организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гулик, Е. С.* Влияние хитабиса на антиоксидантную активность плазмы крови и кишечной слизи крыс / Е. С. Гулик и соавт. // Материалы II съезда физиологов СНГ. − М. : Медицина ; Кишинев : Здоровье, 2008. − С. 161.

2. *Козак, М. В.* Уровень кортикостерона плазмы крови при стрессе, введении альфа-токоферола и препарата «Тималин» у животных разного пола и возраста / М. В. Козак // Естествознание и гуманизм. – 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 102–105.

3. *Кочиш, И. И.* Экологически безопасные способы стимуляции роста и развития бройлеров в онтогенезе / И. И. Кочиш и соавт. – М. : МГАВМиБ им. Скрябина, 2007. – 104 с.

4. *Черешнев, В. А.* Механизмы изменений гемоглобинового профиля в период острой адаптации к экстремальным состояниям / В. А. Черешнев и соавт. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2002. – № 9. – С. 260–262.

УДК 514.76

ДВОЙСТВЕННЫЕ АФФИННЫЕ СВЯЗНОСТИ В НОРМАЛИЗОВАННОМ РИМАНОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

DUAL AFFINE CONNECTIONS IN NORMALIZED RIEMANNIAN SPACE

Л. А. Лукичева

L. A. Lukicheva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В работе созданы основы двойственной геометрии пространств $\overset{1-4}{A}_n$ аффинной связности, индуцируемых в расширенном нормализованном римановом пространстве V_n^* .

Abstract. We created the basis of the dual geometry of spaces $\overset{1-4}{A}_n$ with affine connection induced in the extended normalized Riemannian space V_n^* .in this article.

Ключевые слова: *расширенное риманово пространство, нормализация, тензор, пространство аффинной связности, кручение, двойственность.*

Keywords: *extended Riemannian space, normalization, tensor, space with affine connection, torsion, duality.*

Актуальность исследуемой проблемы. Вопросы двойственной геометрии различных подмногообразий, вложенных в риманово пространство, до настоящего времени оставались неизученными. Исследования по двойственным аффинным связностям в нормализованном римановом пространстве значительно обогащают известные ранее результаты.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с использованием инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований, а именно методом внешних форм Э. Картана [8], методом нормализации А. П. Нордена [4], методом продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Во всей работе индексы принимают следующие значения:

$$\overline{I}, \overline{K}, \overline{L} = \overline{0, n}; \; I, K, L = \overline{1, n}.$$

1. Рассмотрим риманово пространство V_n , которое определяется системой форм Пфаффа $\{\theta^I, \theta_K^I\}$ и полем симметричного невырожденного тензора g_{IK} ($g_{[IK]} = 0$, $|g_{IK}| \neq 0$):

$$D\theta^I = \theta^L \wedge \theta^I_L\,,\ D\theta^I_K = \theta^L_K \wedge \theta^I_L + \frac{1}{2} r^I_{KPQ}\theta^P \wedge \theta^Q\,, \tag{1}$$

$$\nabla g_{IK} = dg_{IK} - g_{IL}\theta^L_K - g_{LK}\theta^L_I = 0\,. \tag{2}$$

Замыкая уравнения (2), в силу (1_2) имеем

$$g_{IL}\, r^L_{KPQ} + g_{LK}\, r^L_{IPQ} = 0\,. \tag{3}$$

Согласно работе [5] система форм Пфаффа $\left\{\omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}\right\}$:

$$\omega^I_0 = \theta^I\,,\ \omega^0_0 = -\frac{1}{n+1}\theta^L_L\,,\ \omega^0_K = 0\,,\ \omega^I_K = \theta^I_K - \frac{1}{n+1}\delta^I_K\theta^L_L \tag{4}$$

определяет пространство проективной связности $P_{n,n}$.

Система (4) в силу (1) удовлетворяет уравнениям Картана – Лаптева [1], [2]:

$$D\omega^{\bar{I}}_{\bar{K}} = \omega^{\bar{L}}_{\bar{K}} \wedge \omega^{\bar{I}}_{\bar{L}} + \frac{1}{2} R^{\bar{I}}_{\bar{K}PQ}\omega^P \wedge \omega^Q\,,\ \omega^{\bar{L}}_{\bar{L}} = 0\,, \tag{5}$$

где

$$R^I_{0PQ} = 0\,,\ R^0_{KPQ} = 0\,,\ R^0_{0PQ} = -\frac{1}{n+1} r^L_{LPQ}\,,\ R^I_{KPQ} = r^I_{KPQ} - \frac{1}{n+1}\delta^I_K r^L_{LPQ}\,. \tag{6}$$

В силу соотношений (2), (4) справедливо

$$dg_{IK} + 2g_{IK}\omega^0_0 - g_{IL}\omega^L_K - g_{LK}\omega^L_I = 0\,. \tag{7}$$

Замыкая квадратичные уравнения (1_1), находим

$$r^I_{(KPQ)} \equiv r^I_{KPQ} + r^I_{PQK} + r^I_{QKP} = 0\,, \tag{8}$$

откуда, свернув по индексам I, Q, имеем

$$2r_{[KP]} = -r^I_{IKP}\,, \tag{9}$$

где $r_{KP} = r^I_{KPI}$ есть тензор Риччи пространства V_n.

Так как риманово пространство V_n – эквиаффинное ($r_{[KP]} = 0$), то из (9) находим

$$r^I_{IPQ} = 0\,. \tag{10}$$

Из (6) и (10) следует, что в уравнениях (5) имеет место

$$R^I_{0PQ} = R^0_{KPQ} = R^0_{0PQ} = 0\,,\ R^I_{KPQ} = r^I_{KPQ}\,. \tag{11}$$

В силу (11) и (4_3) структурные уравнения (5) запишутся в виде

$$\begin{gathered} D\omega^I_0 = \omega^L_0 \wedge \left(\omega^I_L - \delta^I_L\omega^0_0\right),\ D\omega^0_0 = 0\,, \\ D\omega^0_K = 0\,,\ D\omega^I_K = \omega^L_K \wedge \omega^I_L + \frac{1}{2} r^I_{KPQ}\,\omega^P_0 \wedge \omega^Q_0\,. \end{gathered} \tag{12}$$

Пространство проективной связности $P_{n,n}$, определяемое системой (4), со структурными уравнениями (12) назовем расширенным римановым пространством и обозначим V^*_n; метрическим тензором этого пространства является симметричный тензор g_{IK}.

Пространство V^*_n, как и V_n, имеет нулевое кручение ($R^I_{0PQ} = r^I_{PQ} = 0$), компоненты тензора кривизны-кручения его $R^{\bar{I}}_{\bar{K}PQ}$ имеют строение (11).

Если $E_n(A)$ – локальное касательное евклидово пространство в точке A базы B_n риманова пространства V_n и $\{A, \vec{e}_I\}$ – репер пространства $E_n(A)$, то геометрически переход от риманова пространства V_n к пространству V_n^* означает, что каждый слой E_n пространства V_n расширяется до проективного пространства $P_n \equiv E_n^*$, являющегося слоем пространства V_n^*, причем $(\vec{e}_I \cdot \vec{e}_K) = g_{IK}$, то есть в пространстве P_n имеется метрика, определяемая тензором g_{IK}. Пространства V_n и V_n^* имеют общую базу B_n, и их слоевые формы связаны соотношениями (4), при этом слой $P_n \equiv E_n^*$ пространства V_n^* оказывается отнесенным к проективному реперу $\{A_0, A_I\}$, $A_0 \equiv A$:

$$\delta A_{\bar{I}} = \pi_{\bar{I}}^{\bar{L}} A_{\bar{L}}, \quad \pi_{\bar{I}}^{\bar{L}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{L}}\Big|_{\omega_0^I = 0}, \quad \delta = d\Big|_{\omega_0^I = 0}.$$

Так как $\delta A_I = \pi_I^L A_L$, то «несобственная» гиперплоскость $\Pi_{n-1} \equiv [A_K]$ слоя $E_n^*(A_0)$ является инвариантной.

2. Пусть в пространстве V_n^* задано поле ковектора $\nu_{\bar{I}}^0$:

$$\nabla \nu_{\bar{I}}^0 \equiv d\nu_{\bar{I}}^0 + \nu_{\bar{I}}^0 \omega_0^0 - \nu_{\bar{K}}^0 \omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} = \nu_{\bar{I}K}^0 \omega_0^K. \tag{13}$$

Предположим, что компонента ν_0^0 этого тензора отлична от нуля: геометрически это означает, что в каждом слое $E_n^*(A_0)$ расширенного риманова пространства выбрана гиперплоскость $\xi_0(A_0)$, не проходящая через точку A_0. Поэтому, следуя [4], пространство V_n^* с введенной структурой по аналогии с проективным пространством P_n назовем нормализованным; при этом риманово пространство V_n также назовем нормализованным.

Считая $\nu_0^0 = -1$, из уравнений (13) находим:

$$\nabla \nu_I^0 + \omega_I^0 (\equiv 0) = \nu_{IK}^0 \omega_0^K. \tag{14}$$

Обращение тензора ν_I^0 в нуль равносильно тому, что нормализующая гиперплоскость $\xi_0(A_0) \equiv [A_I + \nu_I^0 A_0]$ совпадает с несобственной гиперплоскостью $\Pi_{n-1}(A_0) \equiv [A_I]$; поэтому везде, где не оговорено, предполагается, что тензор ν_I^0 – не нулевой.

Продолжая уравнения (14), получим:

$$\nabla \nu_{IK}^0 + \nu_{IK}^0 \omega_0^0 = \nu_{IKL}^0 \omega_0^L. \tag{15}$$

Согласно (14) и (15) система функций

$$\mu_{IK}^0 \overset{def}{=} \nu_{IK}^0 - \nu_I^0 \nu_K^0 \tag{16}$$

образует тензор:

$$\nabla \mu_{IK}^0 + \mu_{IK}^0 \omega_0^0 = \mu_{IKL}^0 \omega_0^L, \quad \nabla \mu_{IKL}^0 + 2\mu_{IKL}^0 \omega_0^0 = \mu_{IKLP}^0 \omega_0^P. \tag{17}$$

Нормализацию пространства V_n^* с симметричным тензором μ_{IK}^0 по аналогии с нормализованным пространством P_n [4] назовем гармонической.

Предположим, что соответствие $A_0 \to \xi_0(A_0)$ является взаимно однозначным, это значит, что тензор μ^0_{IK} является невырожденным: $h \overset{def}{=} \left|\mu^0_{IK}\right| \neq 0$. Следовательно, существует поле взаимного тензора μ_0^{IK}, компоненты которого определяются из соотношений

$$\mu^0_{IL}\mu_0^{LK} = \delta_I^K, \ \mu^0_{LI}\mu_0^{KL} = \delta_I^K \tag{18}$$

и удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$\nabla \mu_0^{IK} - \mu_0^{IK}\omega_0^0 + \mu_0^{IP}\mu_0^{QK}\mu^0_{PQL}\omega_0^L = 0 . \tag{19}$$

Функция h есть относительный инвариант и в силу (17), (18), (19) удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$d\ln h + 2(n+1)\omega_0^0 = h_K\omega_0^K, \ h_K = \mu_0^{LI}\mu^0_{ILK} . \tag{20}$$

Продолжая уравнения (20), получим:

$$\nabla h_K + h_K\omega_0^0 = h_{KL}\omega_0^L . \tag{21}$$

Согласно уравнениям (14) и (21) система функций

$$\Lambda_K \overset{def}{=} h_K - 2(n+1)\nu_K^0 \tag{22}$$

образует тензор:

$$\nabla\Lambda_K + \Lambda_K\omega_0^0 = \Lambda_{KL}\omega_0^L, \ \Lambda_{[KL]} = -2(n+1)\mu^0_{[KL]} . \tag{23}$$

Тензор Λ_K есть аналог чебышевского вектора [4]; при этом нормализация пространства V_n^* необязательно гармоническая.

Каждая из систем функций

$$M^0_{IKL} \overset{def}{=} \mu^0_{IKL} - \nu_I^0\mu^0_{LK} - \nu_K^0\mu^0_{IL} - \frac{h_L}{n+1}\mu^0_{IK}, \ N^0_{IKL} \overset{def}{=} M^0_{IKL} - \frac{1}{n(n+1)}\mu^0_{IK}\Lambda_L \tag{24}$$

в силу уравнений (14), (17), (18), (21), (23) образует тензор:

$$\nabla M^0_{IKL} + 2M^0_{IKL}\omega_0^0 = M^0_{IKLP}\omega_0^P, \ \nabla N^0_{IKL} + 2N^0_{IKL}\omega_0^0 = N^0_{IKLP}\omega_0^P . \tag{25}$$

3. В работе [3] доказано, что при невырожденной нормализации расширенного риманова пространства V_n^* индуцируются три нормализованные пространства проективной связности $\overset{2-4}{P}_{n,n}$, определяемые системами форм:

$$\begin{gathered}\overset{2}{\omega}{}_0^I = \omega_0^I, \ \overset{2}{\omega}{}_0^0 = \omega_0^0 - \frac{\Lambda_P}{n+1}\omega_0^P, \ \overset{2}{\omega}{}_K^I = \omega_K^I + \mu_0^{IL}M^0_{LKP}\omega_0^P, \\ \overset{2}{\omega}{}_I^0 = \omega_I^0(\equiv 0) + \left(\nu_I^0\frac{\Lambda_P}{n+1} + \mu_0^{KL}\nu_K^0M^0_{LIP} - 2\mu^0_{[IP]}\right)\omega_0^P ;\end{gathered} \tag{26}$$

$$\begin{gathered}\overset{3}{\omega}{}_0^I = \omega_0^I, \ \overset{3}{\omega}{}_0^0 = \omega_0^0, \ \overset{3}{\omega}{}_K^I = \omega_K^I + \mu_0^{IL}N^0_{LKP}\omega_0^P, \\ \overset{3}{\omega}{}_I^0 = \omega_I^0(\equiv 0) + \left(\mu_0^{KL}\nu_K^0N^0_{LIP} - 2\mu^0_{[IP]}\right)\omega_0^P ;\end{gathered} \tag{27}$$

$$\overset{4}{\omega}{}_0^I = \omega_0^I,\ \overset{4}{\omega}{}_0^0 = \omega_0^0 - \frac{\Lambda_P}{n+1}\omega_0^P,\ \overset{4}{\omega}{}_K^I = \omega_K^I + \delta_K^L \frac{\Lambda_P}{n(n+1)}\omega_0^P,$$
$$\overset{4}{\omega}{}_I^0 = \omega_I^0 (\equiv 0) + \frac{1}{n}\nu_I^0 \Lambda_P \omega_0^P. \tag{28}$$

Пространства проективной связности $\overset{2-4}{P}_{n,n}$ попарно двойственны [6] как между собой, так и по отношению к исходному пространству $\overset{1}{P}_{n,n} \equiv V_n^*$ относительно соответствующих инволютивных преобразований I_a их структурных форм по законам (26) – (28).

Формы $\overset{q}{\omega}{}_{\bar{K}}^{\bar{I}}$ $(q = 1, 2, 3, 4)$ удовлетворяют структурным уравнениям

$$D\overset{q}{\omega}{}_{\bar{K}}^{\bar{I}} = \overset{q}{\omega}{}_{\bar{K}}^{\bar{L}} \wedge \overset{q}{\omega}{}_{\bar{L}}^{\bar{I}} + \frac{1}{2}\overset{q}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}\, \omega^P \wedge \omega^Q, \tag{29}$$

где тензоры кривизны-кручения $\overset{1}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$ $\overset{2}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$, $\overset{3}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$, $\overset{4}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$ пространств $\overset{1-4}{P}_{n,n}$ имеют строения (11) и

$$\overset{2}{R}{}_{0PQ}^I = -\mu_0^{IL}\nu_K^0 R_{LPQ}^K,\ \overset{2}{R}{}_{0PQ}^0 = \nu_K^0\, \overset{2}{R}{}_{0PQ}^K,$$
$$\overset{2}{R}{}_{KPQ}^I = -\nu_K^0\, \overset{2}{R}{}_{0PQ}^I - \mu_0^{IL}\mu_{TK}^0\, R_{LPQ}^T,\ \overset{2}{R}{}_{IPQ}^0 = \nu_K^0\, \overset{2}{R}{}_{IPQ}^K; \tag{30}$$

$$\overset{3}{R}{}_{0PQ}^I = \overset{2}{R}{}_{0PQ}^I + \frac{2}{n}\delta_{[P}^I \Lambda_{Q]},\ \overset{3}{R}{}_{KPQ}^I = \overset{2}{R}{}_{KPQ}^I - \nu_K^0 \frac{2}{n}\delta_{[P}^I \Lambda_{Q]} - \frac{4}{n}\delta_K^I \mu_{[PQ]}^0,$$
$$\overset{3}{R}{}_{0PQ}^0 = 4\mu_{[PQ]}^0 + \nu_L^0\, \overset{2}{R}{}_{0PQ}^L + \frac{2}{n}\nu_{[P}^0 \Lambda_{Q]},\ \overset{3}{R}{}_{IPQ}^0 = \nu_K^0\, \overset{3}{R}{}_{IPQ}^K + \mu_{IK}^0 \frac{2}{n}\Lambda_{[P}\delta_{Q]}^K - 4\nu_I^0 \mu_{[PQ]}^0; \tag{31}$$

$$\overset{4}{R}{}_{0PQ}^I = \frac{2}{n}\Lambda_{[P}\delta_{Q]}^I,\ \overset{4}{R}{}_{0PQ}^0 = -4\mu_{[PQ]}^0 - \frac{2}{n}\nu_{[P}^0 \Lambda_{Q]},$$
$$\overset{4}{R}{}_{KPQ}^I = \frac{4}{n}\delta_K^I \mu_{[PQ]}^0 + R_{KPQ}^I - \frac{2}{n}\nu_K^0 \Lambda_{[P}\delta_{Q]}^I, \tag{32}$$
$$\overset{4}{R}{}_{IPQ}^0 = \frac{2}{n}\left(\mu_{I[P}^0 \Lambda_{Q]} + \nu_I^0 \nu_{[P}^0 \Lambda_{Q]}\right) + \frac{4(n+1)}{n}\nu_I^0 \mu_{[PQ]}^0.$$

4. Составим формы

$$\overset{p}{\theta}{}_K^I \overset{def}{=} \omega_K^I - \delta_K^I\, \overset{p}{\omega}{}_0^0 + \delta_K^I \nu_L^0 \omega_0^L + \nu_K^0 \omega_0^I,\ p = 1, 2, 3, 4; \tag{33}$$

согласно (14), (29) каждая из четырех систем форм $\left\{\omega_0^I, \overset{p}{\theta}{}_K^I\right\}$ удовлетворяет структурным уравнениям Картана – Лаптева [1], [2]:

$$D\omega_0^I = \omega_0^L \wedge \overset{p}{\theta}{}_L^I + \frac{1}{2}\overset{p}{r}{}_{PQ}^I\, \omega_0^P \wedge \omega_0^Q,\ D\overset{p}{\theta}{}_K^I = \overset{p}{\theta}{}_K^L \wedge \overset{p}{\theta}{}_L^I + \frac{1}{2}\overset{p}{r}{}_{KPQ}^I\, \omega_0^P \wedge \omega_0^Q, \tag{34}$$

где

$$\overset{p}{r}{}^{I}_{PQ} = \overset{p}{R}{}^{I}_{0PQ}\,,\ \overset{p}{r}{}^{I}_{KPQ} = \overset{p}{R}{}^{I}_{KPQ} - \delta^{I}_{K}\left(\overset{p}{R}{}^{0}_{0PQ} + 2\,\overset{p}{\mu}{}^{0}_{[PQ]} - \nu^{0}_{L}\,\overset{p}{R}{}^{L}_{0PQ}\right) + 2\,\overset{p}{\mu}{}^{0}_{K[P}\,\delta^{I}_{Q]} + \nu^{0}_{K}\,\overset{p}{R}{}^{I}_{0PQ}\,,$$

$$\overset{1}{\mu}{}^{0}_{IK} = \nu^{0}_{IK} - \nu^{0}_{I}\nu^{0}_{K}\,,\ \overset{2}{\mu}{}^{0}_{IK} = \overset{3}{\mu}{}^{0}_{IK} = \overset{1}{\mu}{}^{0}_{KI}\,,\ \overset{4}{\mu}{}^{0}_{IK} = \overset{1}{\mu}{}^{0}_{KI}\,. \tag{35}$$

Следовательно, каждая из систем форм $\left\{\omega^{I}_{0}, \overset{p}{\theta}{}^{I}_{K}\right\}$ определяет пространство с фундаментально-групповой аффинной связностью; эти пространства назовем соответственно первым, вторым, третьим и четвертым пространствами аффинной связности, индуцированными невырожденной нормализацией расширенного риманова пространства V^{*}_{n}, и обозначим через $\overset{p}{A}_{n,n}$; соответствующие связности этих пространств обозначим через $\overset{p}{\nabla}$. Доказана

Теорема 1. *Невырожденная нормализация расширенного риманова пространства V^{*}_{n} индуцирует четыре пространства аффинной связности $\overset{p}{A}_{n,n}$, которые соответствуют четырем двойственным друг другу пространствам проективной связности $\overset{p}{P}_{n,n}$; при этом тензор кручения $\overset{p}{r}{}^{I}_{PQ}$ совпадает с тензором кручения соответствующего пространства проективной связности, а тензор кривизны имеет строение (35).*

Замечание. В силу двойственности нормализованных пространств $\overset{p}{P}_{n,n}$ соответствующие им пространства аффинной связности $\overset{p}{A}_{n,n}$ также являются попарно двойственными относительно надлежащих инволютивных преобразований I_{a}.

Формы $\overset{p}{\theta}{}^{I}_{K}$ связностей $\overset{p}{\nabla}$ в силу (26) – (28) можно записать в виде:

$$\overset{1}{\theta}{}^{I}_{K} = \omega^{I}_{K} - \delta^{I}_{K}\,\omega^{0}_{0} + \delta^{I}_{K}\nu^{0}_{L}\omega^{L}_{0} + \nu^{0}_{K}\omega^{I}_{0}\,,\ \overset{2}{\theta}{}^{I}_{K} = \overset{1}{\theta}{}^{I}_{K} + \left(\mu^{IL}_{0}M^{0}_{LKP} + \delta^{I}_{K}\frac{\Lambda_{P}}{n+1}\right)\omega^{P}_{0}\,,$$

$$\overset{3}{\theta}{}^{I}_{K} = \overset{1}{\theta}{}^{I}_{K} + \mu^{IL}_{0}N^{0}_{LKP}\omega^{P}_{0}\,,\ \overset{4}{\theta}{}^{I}_{K} = \overset{1}{\theta}{}^{I}_{K} + \delta^{I}_{K}\frac{\Lambda_{P}}{n}\omega^{P}_{0}\,. \tag{36}$$

Если через $\overset{pq}{T}{}^{I}_{KL}$ обозначить тензор деформации аффинных связностей $\overset{p}{\nabla}$ и $\overset{q}{\nabla}$, $p \neq q$ (то есть $\overset{p}{\theta}{}^{I}_{K} - \overset{q}{\theta}{}^{I}_{K} = \overset{pq}{T}{}^{I}_{KL}\,\omega^{L}_{0}$), то из соотношений (36) в силу (24) имеем:

$$\overset{21}{T}{}^{I}_{KL} = \mu^{IP}_{0}M^{0}_{PKL} + \delta^{I}_{K}\frac{\Lambda_{L}}{n+1}\,,\ \overset{34}{T}{}^{I}_{KL} = \overset{21}{T}{}^{I}_{KL} - 2\delta^{I}_{K}\frac{\Lambda_{L}}{n}\,,$$

$$\overset{23}{T}{}^{I}_{KL} = \overset{41}{T}{}^{I}_{KL} = \delta^{I}_{K}\frac{\Lambda_{L}}{n}\,,\ \overset{31}{T}{}^{I}_{KL} = \overset{24}{T}{}^{I}_{KL} = \mu^{IP}_{0}N^{0}_{PKL}\,. \tag{37}$$

Из соотношений (37) непосредственно следует

Теорема 2. *Если из четырех аффинных связностей какие-либо две совпадают, то совпадают между собой и две другие; справедливы утверждения:*

$$\overset{1}{\nabla} \equiv \overset{2}{\nabla} \Leftrightarrow M^{0}_{IKL} = 0 \Leftrightarrow \overset{3}{\nabla} \equiv \overset{4}{\nabla}\,, \tag{38}$$

$$\overset{1}{\nabla} \equiv \overset{3}{\nabla} \Leftrightarrow N^{0}_{IKL} = 0 \Leftrightarrow \overset{2}{\nabla} \equiv \overset{4}{\nabla}, \tag{39}$$

$$\overset{1}{\nabla} \equiv \overset{4}{\nabla} \Leftrightarrow \Lambda_K = 0 \Leftrightarrow \overset{2}{\nabla} \equiv \overset{3}{\nabla}. \tag{40}$$

Замечание 1. Согласно (24) очевидно, что условие (38) равносильно двум другим условиям (39), (40), взятым вместе.

Замечание 2. При совпадении проективных связностей двух пространств $\overset{p}{P}_{n,n}$ и $\overset{q}{P}_{n,n}$ (p и q – фиксированы и различны) соответствующие аффинные связности $\overset{p}{\nabla}$ и $\overset{q}{\nabla}$ также совпадают.

Из (37) следует, что тензор деформации симметрированных связностей $\overset{1}{\nabla}$ и $\overset{4}{\nabla}$, а также связностей $\overset{2}{\nabla}$ и $\overset{3}{\nabla}$ имеет вид:

$$\overset{23}{T}{}^{I}_{(KL)} = \overset{41}{T}{}^{I}_{(KL)} = \frac{1}{n}\delta^{I}_{(K}\Lambda_{L)}. \tag{41}$$

Так как объект аффинной связности Γ^{I}_{KL} и симметрированный объект связности $\tilde{\Gamma}^{I}_{KL} = \frac{1}{2}\left(\Gamma^{I}_{KL} + \Gamma^{I}_{LK}\right)$ определяют общие геодезические [7], то в силу (41) справедлива

Теорема 3. *Аффинные связности* $\overset{1}{\nabla}$ *и* $\overset{4}{\nabla}$*, а также связности* $\overset{2}{\nabla}$ *и* $\overset{3}{\nabla}$*, индуцируемые нормализацией расширенного риманова пространства* V^{*}_{n}*, обладают общими геодезическими линиями, то есть пространства* $\overset{1}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{4}{A}_{n,n}$ *(* $\overset{2}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{3}{A}_{n,n}$ *) проективны [4] друг другу.*

В силу соотношений (30) – (32) выражения тензоров кручения и кривизны пространств $\overset{p}{A}_{n}$ соответственно примут вид:

$$\overset{1}{r}{}^{I}_{PQ} = R^{I}_{0PQ} = 0, \ \overset{1}{r}{}^{I}_{KPQ} = R^{I}_{KPQ} - 2\delta^{I}_{K}\mu^{0}_{[PQ]} + 2\mu^{0}_{K[P}\delta^{I}_{Q]}; \tag{42}$$

$$\overset{2}{r}{}^{I}_{PQ} = \overset{2}{R}{}^{I}_{0PQ} = -\mu^{IL}_{0}\nu^{0}_{K}R^{K}_{LPQ}, \ \overset{2}{r}{}^{I}_{KPQ} = -\mu^{IL}_{0}\mu^{0}_{TK}R^{T}_{LPQ} + 2\delta^{I}_{K}\mu^{0}_{[PQ]} + 2\mu^{0}_{[P|K|}\delta^{I}_{Q]}; \tag{43}$$

$$\overset{3}{r}{}^{I}_{PQ} = \overset{3}{R}{}^{I}_{0PQ} = -\mu^{IL}_{0}\nu^{0}_{K}R^{K}_{LPQ} + \frac{2}{n}\delta^{I}_{[P}\Lambda_{Q]}, \ \overset{3}{r}{}^{I}_{KPQ} = \overset{2}{r}{}^{I}_{KPQ} - \frac{4(n+1)}{n}\delta^{I}_{K}\mu^{0}_{[PQ]}; \tag{44}$$

$$\overset{4}{r}{}^{I}_{PQ} = \overset{4}{R}{}^{I}_{0PQ} = \frac{2}{n}\Lambda_{[P}\delta^{I}_{Q]}, \ \overset{4}{r}{}^{I}_{KPQ} = \overset{1}{r}{}^{I}_{KPQ} + \frac{4(n+1)}{n}\delta^{I}_{K}\mu^{0}_{[PQ]}. \tag{45}$$

Из соотношений (42) – (45) с учетом равенств (40) непосредственно вытекает

Теорема 4. *Требование того, чтобы пространства аффинной связности* $\overset{1}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{4}{A}_{n,n}$ *(или* $\overset{2}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{3}{A}_{n,n}$ *) одновременно имели одинаковое кручение либо одинаковую кривизну, приводит к совпадению связностей каждой из пар (* $\overset{1}{\nabla}$ *,* $\overset{4}{\nabla}$ *), (* $\overset{2}{\nabla}$ *,* $\overset{3}{\nabla}$ *).*

5. Рассмотрим частный случай – риманово пространство V_n вырождается в евклидово пространство E_n ($r^I_{KPQ} \equiv 0$), при этом расширенное риманово пространство V^*_n вырождается ($R^{\bar{I}}_{\bar{K}PQ} \equiv 0$) в расширенное евклидово пространство E^*_n. Соотношения (42) – (45) в силу $R^{\bar{I}}_{\bar{K}PQ} \equiv 0$ примут вид:

$$\overset{1}{r}{}^I_{PQ} = 0,\ \overset{1}{r}{}^I_{KPQ} = -2\delta^I_K \mu^0_{[PQ]} + 2\mu^0_{K[P}\delta^I_{Q]};\ \overset{2}{r}{}^I_{PQ} = 0,\ \overset{2}{r}{}^I_{KPQ} = 2\delta^I_K \mu^0_{[PQ]} + 2\mu^0_{[P|K|}\delta^I_{Q]};$$

$$\overset{3}{r}{}^I_{PQ} = \frac{2}{n}\delta^I_{[P}\Lambda_{Q]},\ \overset{3}{r}{}^I_{KPQ} = -\frac{2(n+2)}{n}\delta^I_K \mu^0_{[PQ]} + 2\mu^0_{[P|K|}\delta^I_{Q]}; \tag{46}$$

$$\overset{4}{r}{}^I_{PQ} = \frac{2}{n}\Lambda_{[P}\delta^I_{Q]},\ \overset{4}{r}{}^I_{KPQ} = \frac{2(n+2)}{n}\delta^I_K \mu^0_{[PQ]} + 2\mu^0_{K[P}\delta^I_{Q]}.$$

Справедлива

Теорема 5. *Невырожденная нормализация расширенного евклидова пространства* E^*_n *индуцирует четыре пространства аффинной связности* $\overset{p}{A}_{n,n}$, *два из которых* $\overset{1}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{2}{A}_{n,n}$ *имеют нулевое кручение; пространства* $\overset{3}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{4}{A}_{n,n}$ *имеют нулевое кручение тогда и только тогда, когда нормализация* E^*_n *гармоническая.*

Из соотношений (46) получаем

$$\overset{1}{r}{}^I_{PQ} = \overset{2}{r}{}^I_{PQ} = 0,\ \overset{1}{r}{}^I_{KPQ} + \overset{2}{r}{}^I_{KPQ} = 0,\ \overset{3}{r}{}^I_{PQ} + \overset{4}{r}{}^I_{PQ} = 0,\ \overset{3}{r}{}^I_{KPQ} + \overset{4}{r}{}^I_{KPQ} = 0.$$

Доказана

Теорема 6. *Пространства аффинной связности* $\overset{1}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{2}{A}_{n,n}$ *(или* $\overset{4}{A}_{n,n}$ *и* $\overset{3}{A}_{n,n}$*) являются плоскими лишь одновременно.*

Резюме. Установлено, что невырожденная нормализация расширенного риманова пространства индуцирует четыре пространства аффинной связности, попарно двойственные между собой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Евтушик, Л. Е.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л. Е. Евтушик, Ю. Г. Лумисте, Н. М. Остиану, А. П. Широков // Итоги науки и техники. Проблемы геометрии. – М. : ВИНИТИ, 1979. – Т. 9. – 246 с.

2. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

3. *Лукичева, Л. А.* Двойственные проективные связности в нормализованном римановом пространстве / Л. А. Лукичева // Деп. в ВИНИТИ РАН 18.01.11, № 14 – В2011.

4. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

5. *Столяров, А. В.* Двойственная геометрия нормализованного пространства аффинной связности / А. В. Столяров // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. – 2005. – № 4 (47). – С. 21–27.

6. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ин-т, 1994. – 290 с.

7. *Рашевский, П. К.* Риманова геометрия и тензорный анализ / П. К. Рашевский. – М. : Наука, 1967. – 664 с.

8. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 514.76

РАСШИРЕННОЕ НОРМАЛИЗОВАННОЕ РИМАНОВО ПРОСТРАНСТВО

EXTENDED NORMALIZED RIEMANNIAN SPACE

Л. А. Лукичева

L. A. Lukicheva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В настоящей работе изучается двойственная геометрия пространств проективных связностей $\overset{1-4}{P}_{n,n}$, индуцируемых в расширенном нормализованном римановом пространстве $V_n^* \equiv \overset{1}{P}_{n,n}$.

Abstract. This article deals with dual geometry of space with projective connections $\overset{1-4}{P}_{n,n}$ induced by the extended normalized Riemannian space $V_n^* \equiv \overset{1}{P}_{n,n}$.

Ключевые слова: *расширенное риманово пространство, нормализация, тензор, пространство проективной связности, кручение, двойственность.*

Keywords: *extended Riemannian space, normalization, tensor, space with projective connection, torsion, duality.*

Актуальность исследуемой проблемы. Вопросами изучения геометрии подмногообразий, вложенных в *n*-мерное риманово пространство V_n, занимались многие математики. При этом следует заметить, что вопросы двойственной геометрии различных подмногообразий, вложенных в риманово пространство, до настоящего времени оставались не изученными.

Материал и методика исследований. Результаты работы получены с использованием инвариантных методов дифференциально-геометрических исследований, а именно метода внешних форм Э. Картана [7], метода нормализации А. П. Нордена [4], метода продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми, актуальными и достоверными, они доложены на VI Международной научно-практической конференции «Наука и современность – 2010».

На протяжении всего изложения индексы принимают следующие значения:

$$\overline{I}, \overline{K}, \overline{L} = \overline{0, n}; \; I, K, L = \overline{1, n}.$$

1. Рассмотрим риманово пространство V_n, определяемое системой форм Пфаффа $\{\theta^I, \theta_K^I\}$ и полем симметричного невырожденного тензора g_{IK} ($g_{[IK]} = 0$, $|g_{IK}| \neq 0$):

$$D\theta^I = \theta^L \wedge \theta^I_L\,,\ D\theta^I_K = \theta^L_K \wedge \theta^I_L + \frac{1}{2} r^I_{KPQ}\,\theta^P \wedge \theta^Q\,, \tag{1}$$

$$\nabla g_{IK} \equiv dg_{IK} - g_{IL}\theta^L_K - g_{LK}\theta^L_I = 0\,,\ g_{IL}g^{LK} = \delta^K_I\,. \tag{2}$$

Согласно работе [5] система форм Пфаффа $\{\omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}\}$:

$$\omega^I_0 = \theta^I\,,\ \omega^0_0 = -\frac{1}{n+1}\theta^L_L\,,\ \omega^0_K = 0\,,\ \omega^I_K = \theta^I_K - \frac{1}{n+1}\delta^I_K\theta^L_L \tag{3}$$

определяет пространство проективной связности $\overset{1}{P}_{n,n}$. Формы этой системы в силу (1) удовлетворяют уравнениям Картана – Лаптева [1], [2]:

$$D\omega^I_0 = \omega^L_0 \wedge \left(\omega^I_L - \delta^I_L\omega^0_0\right),\ D\omega^0_0 = 0\,,\ D\omega^0_K = 0\,,\ D\omega^I_K = \omega^L_K \wedge \omega^I_L + \frac{1}{2}R^I_{KPQ}\,\omega^P_0 \wedge \omega^Q_0\,, \tag{4}$$

$$\omega^{\bar{L}}_{\bar{L}} = 0\,,\ R^I_{0PQ} = R^0_{KPQ} = R^0_{0PQ} = 0\,,\ R^I_{KPQ} = r^I_{KPQ}\,.$$

Пространство проективной связности $\overset{1}{P}_{n,n}$ без кручения со структурными уравнениями (4) назовем *расширенным римановым пространством* и обозначим V^*_n; каждый слой E^*_n пространства V^*_n оказывается отнесенным к проективному реперу $\{A_0, A_I\}$.

2. Пусть в пространстве V^*_n задано поле ковектора $\nu^0_{\bar{I}}$:

$$\nabla \nu^0_{\bar{I}} \equiv d\nu^0_{\bar{I}} + \nu^0_{\bar{I}}\omega^0_0 - \nu^0_{\bar{K}}\omega^{\bar{K}}_{\bar{I}} = \nu^0_{\bar{I}K}\,\omega^K_0\,. \tag{5}$$

Предположим, что компонента ν^0_0 этого тензора отлична от нуля: геометрически это означает, что в каждом слое $E^*_n(A_0)$ расширенного риманова пространства выбрана гиперплоскость $\xi_0(A_0)$, не проходящая через точку A_0. Поэтому, следуя [4], пространство V^*_n с введенной структурой по аналогии с проективным пространством P_n назовем нормализованным.

Считая $\nu^0_0 = -1$, из уравнений (5) находим:

$$\nabla \nu^0_I + \omega^0_I (\equiv 0) = \nu^0_{IK}\,\omega^K_0\,. \tag{6}$$

Обращение тензора ν^0_I в нуль равносильно тому, что нормализующая гиперплоскость $\xi_0(A_0) \equiv [A_I + \nu^0_I A_0]$ совпадает с несобственной гиперплоскостью $\Pi_{n-1}(A_0) \equiv [A_I]$ слоя $E^*_n(A_0)$; поэтому везде, где не оговорено, предполагается, что тензор ν^0_I – не нулевой.

Продолжая уравнения (6), получим:

$$\nabla \nu^0_{IK} + \nu^0_{IK}\,\omega^0_0 = \nu^0_{IKL}\,\omega^L_0\,. \tag{7}$$

Согласно (6) и (7) система функций

$$\mu^0_{IK} \overset{def}{=} \nu^0_{IK} - \nu^0_I\nu^0_K \tag{8}$$

образует тензор:

$$\nabla \mu^0_{IK} + \mu^0_{IK}\,\omega^0_0 = \mu^0_{IKL}\,\omega^L_0\,,\ 2\mu^0_{I[KL]} = \nu^0_p R^P_{IKL} - 2\nu^0_I\mu^0_{[KL]} - 2\nu^0_{[K}\mu^0_{|I|L]}\,, \tag{9}$$

$$\nabla \mu^0_{IKL} + 2\mu^0_{IKL}\omega^0_0 = \mu^0_{IKLP}\omega^P_0 \,,\; 2\mu^0_{IK[LP]} = \mu^0_{IQ}R^Q_{KLP} + \mu^0_{QK}R^Q_{ILP} \,, \tag{10}$$

где

$$\mu^0_{IKL} = \nu^0_{IKL} - \nu^0_I\nu^0_{KL} - \nu^0_K\nu^0_{IL} \,;$$

тензор μ^0_{IK} назовем основным тензором нормализации пространства V^*_n.

Нормализацию пространства V^*_n с симметричным тензором μ^0_{IK} по аналогии с нормализованным пространством P_n [4] назовем гармонической.

Предположим, что соответствие $A_0 \to \xi_0(A_0)$ является взаимно однозначным, это значит, что тензор μ^0_{IK} является невырожденным: $h \overset{def}{=} \left|\mu^0_{IK}\right| \neq 0$. Следовательно, существует поле взаимного тензора μ^{IK}_0, компоненты которого определяются из соотношений

$$\mu^0_{IL}\mu^{LK}_0 = \delta^K_I \,,\; \mu^0_{LI}\mu^{KL}_0 = \delta^K_I \tag{11}$$

и удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$\nabla \mu^{IK}_0 - \mu^{IK}_0\omega^0_0 + \mu^{IP}_0\mu^{QK}_0\mu^0_{PQL}\omega^L_0 = 0 \,. \tag{12}$$

Функция h есть относительный инвариант и в силу (9), (11), (12) удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$d\ln h + 2(n+1)\omega^0_0 = h_K\omega^K_0 \,, \tag{13}$$

где

$$h_K = \mu^{LI}_0\mu^0_{ILK} \,. \tag{14}$$

Продолжая уравнение (13), получим:

$$\nabla h_K + h_K\omega^0_0 = h_{KL}\omega^L_0 \,,\; h_{[KL]} = 0 \,. \tag{15}$$

Согласно уравнениям (6) и (15) система функций

$$\Lambda_K \overset{def}{=} h_K - 2(n+1)\nu^0_K \tag{16}$$

образует тензор:

$$\nabla\Lambda_K + \Lambda_K\omega^0_0 = \Lambda_{KL}\omega^L_0 \,,\; \Lambda_{[KL]} = -2(n+1)\mu^0_{[KL]} \,. \tag{17}$$

Тензор Λ_K есть аналог чебышевского вектора [4]; при этом нормализация пространства V^*_n необязательно гармоническая.

Каждая из систем функций

$$M^0_{IKL} \overset{def}{=} \mu^0_{IKL} - \nu^0_I\mu^0_{LK} - \nu^0_K\mu^0_{IL} - \frac{h_L}{n+1}\mu^0_{IK} \,,\; N^0_{IKL} \overset{def}{=} M^0_{IKL} - \frac{1}{n(n+1)}\mu^0_{IK}\Lambda_L \tag{18}$$

в силу уравнений (6), (9), (10), (15), (17) образует тензор:

$$\nabla M^0_{IKL} + 2M^0_{IKL}\omega^0_0 = M^0_{IKLP}\omega^P_0 \,,\; \nabla N^0_{IKL} + 2N^0_{IKL}\omega^0_0 = N^0_{IKLP}\omega^P_0 \,, \tag{19}$$

$$M^0_{IK[LP]} = \mu^0_{IK[LP]} + \nu^0_{I[L}\mu^0_{P]K} - \nu^0_I\mu^0_{[L|K|P]} + \frac{1}{n+1}\mu^0_{IK[L}h_{P]} - \frac{\mu^0_{IK}}{n+1}h_{[LP]} - \mu^0_{I[LP]}\nu^0_K - \mu^0_{I[L}\nu^0_{|K|P]} \,, \tag{20}$$

$$N^0_{IK[LP]} = M^0_{IK[LP]} + \frac{1}{n(n+1)}\left(\mu^0_{IK[L}\Lambda_{P]} - \mu^0_{IK}\Lambda_{[LP]}\right),$$

3. Согласно [3] на базе пространства $\overset{1}{P}_{n,n} \equiv V_n^*$ можно определить другое пространство проективной связности при помощи новых $(n+1)^2$ форм Пфаффа $\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$, которые получаются из форм $\omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ преобразованием

$$\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}} = \omega^{\bar{I}}_{\bar{K}} + \Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L}\omega^L_0 . \tag{21}$$

Формы $\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ в силу (4) удовлетворяют следующим структурным уравнениям

$$D\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}} = \Omega^{\bar{L}}_{\bar{K}} \wedge \Omega^{\bar{I}}_{\bar{L}} + \Delta\Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L} \wedge \omega^L_0 , \tag{22}$$

где

$$\Delta\Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L} = \nabla\Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L} + \Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L}\omega^0_0 - \frac{1}{2}\left(R^{\bar{I}}_{\bar{K}LP} + 2\Pi^{\bar{I}}_{\bar{Q}L}\Pi^{\bar{Q}}_{\bar{K}P}\right)\omega^P_0 . \tag{23}$$

Согласно теореме Картана – Лаптева [1], [2] из уравнений (22) следует, что для того чтобы в главном расслоенном многообразии, задаваемом формами ω^I_0, $\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$, определялась проективная связность, необходимо и достаточно, чтобы было задано поле объекта $\Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L}$, то есть

$$\Delta\Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L} = \tilde{\Pi}^{\bar{I}}_{\bar{K}LP}\omega^P_0 ; \tag{24}$$

при этом совокупность функций $\left(-2\tilde{\Pi}^{\bar{I}}_{\bar{K}[PQ]}\right)$ есть тензор кривизны-кручения соответствующего пространства проективной связности.

Потребуем, чтобы в преобразованиях (21) $\Omega^I_0 \equiv \omega^I_0$; условием последнего является $\Pi^I_{0K} = 0$.

Уравнения (24) с использованием (23) равносильны системе (с учетом $\omega^0_I = 0$)

$$\begin{gathered}\nabla\Pi^I_{0K} + \Pi^I_{0K}\omega^0_0 = \Pi^I_{0KP}\omega^P_0 , \ \nabla\Pi^I_{KL} + \Pi^I_{KL}\omega^0_0 = \Pi^I_{KLP}\omega^P_0 , \\ \nabla\Pi^0_{IK} + \Pi^0_{IK}\omega^0_0 = \Pi^0_{IKP}\omega^P_0 , \ \nabla\Pi^0_{0K} + \Pi^0_{0K}\omega^0_0 = \Pi^0_{0KP}\omega^P_0 .\end{gathered} \tag{25}$$

Формы $\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ должны быть подчинены линейному соотношению $\Omega^{\bar{L}}_{\bar{L}} = 0$, аналогичному (4); последнее требование накладывает на функции $\Pi^{\bar{I}}_{\bar{K}L}$ условие $\Pi^0_{0K} + \Pi^I_{IK} = 0$.

В силу уравнений (6), (9), (12), (14), (16) – (19) очевидно, что каждая из следующих трех систем охватов удовлетворяет уравнениям (25):

$$\Pi^0_{0K} = -\frac{\Lambda_K}{n+1}, \ \Pi^L_{IK} = \mu^{LP}_0 M^0_{PIK} , \ \Pi^0_{IK} = -2\mu^0_{[IK]} + \nu^0_I\frac{\Lambda_K}{n+1} + \mu^{LP}_0\nu^0_L M^0_{PIK} ; \tag{26}$$

$$\Pi^0_{0K} = 0 , \Pi^L_{IK} = \mu^{LP}_0 N^0_{PIK} , \Pi^0_{IK} = -2\mu^0_{[IK]} + \mu^{LP}_0\nu^0_L N^0_{PIK} ; \tag{27}$$

$$\Pi^0_{0K} = -\frac{\Lambda_K}{n+1}, \ \Pi^L_{IK} = \delta^L_I\frac{\Lambda_K}{n(n+1)}, \ \Pi^0_{IK} = \frac{1}{n}\nu^0_I\Lambda_K . \tag{28}$$

Формы $\Omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ с охватами (26) – (28) обозначим соответственно $\overset{2}{\omega}{}^{\bar{I}}_{\bar{K}}$, $\overset{3}{\omega}{}^{\bar{I}}_{\bar{K}}$, $\overset{4}{\omega}{}^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ ($\overset{1}{\omega}{}^{\bar{I}}_{\bar{K}} = \omega^{\bar{I}}_{\bar{K}}$). Соответствующие пространства проективной связности обозначим через

$\overset{2}{P}_{n,n}$, $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$. Следовательно, формы новых пространств с формами $\omega_{\bar{K}}^{\bar{I}}$ исходного нормализованного расширенного риманова пространства V_n^* связаны соотношениями:

$$\overset{2}{\omega}{}_0^I = \omega_0^I,\ \overset{2}{\omega}{}_0^0 = \omega_0^0 - \frac{\Lambda_P}{n+1}\omega_0^P,\ \overset{2}{\omega}{}_K^I = \omega_K^I + \mu_0^{IL} M_{LKP}^0 \omega_0^P,$$
$$\overset{2}{\omega}{}_I^0 = \omega_I^0 (\equiv 0) + \left(\nu_I^0 \frac{\Lambda_P}{n+1} + \mu_0^{KL} \nu_K^0 M_{LIP}^0 - 2\mu_{[IP]}^0\right)\omega_0^P; \tag{29}$$

$$\overset{3}{\omega}{}_0^I = \omega_0^I,\ \overset{3}{\omega}{}_0^0 = \omega_0^0,\ \overset{3}{\omega}{}_K^I = \omega_K^I + \mu_0^{IL} N_{LKP}^0 \omega_0^P,$$
$$\overset{3}{\omega}{}_I^0 = \omega_I^0 (\equiv 0) + \left(\mu_0^{KL} \nu_K^0 N_{LIP}^0 - 2\mu_{[IP]}^0\right)\omega_0^P; \tag{30}$$

$$\overset{4}{\omega}{}_0^I = \omega_0^I,\ \overset{4}{\omega}{}_0^0 = \omega_0^0 - \frac{\Lambda_P}{n+1}\omega_0^P,\ \overset{4}{\omega}{}_K^I = \omega_K^I + \delta_K^L \frac{\Lambda_P}{n(n+1)}\omega_0^P,$$
$$\overset{4}{\omega}{}_I^0 = \omega_I^0 (\equiv 0) + \frac{1}{n}\nu_I^0 \Lambda_P \omega_0^P. \tag{31}$$

Формы $\overset{q}{\omega}{}_{\bar{K}}^{\bar{I}}$ $(q = 1, 2, 3, 4)$ удовлетворяют структурным уравнениям

$$D\overset{q}{\omega}{}_{\bar{K}}^{\bar{I}} = \overset{q}{\omega}{}_{\bar{K}}^{\bar{L}} \wedge \overset{q}{\omega}{}_{\bar{L}}^{\bar{I}} + \frac{1}{2}\overset{q}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}\, \omega^P \wedge \omega^Q,\ \overset{q}{\omega}{}_{\bar{L}}^{\bar{L}} = 0, \tag{32}$$

где тензоры кривизны-кручения $\overset{2}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$, $\overset{3}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$, $\overset{4}{R}{}_{\bar{K}PQ}^{\bar{I}}$ пространств $\overset{2}{P}_{n,n}$, $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$ в силу (4), (5), (8), (9), (10), (15), (17), (19), (20), (29) – (31) имеют следующие строения:

$$\overset{2}{R}{}_{0PQ}^I = -\mu_0^{IL} \nu_K^0 R_{LPQ}^K,\ \overset{2}{R}{}_{0PQ}^0 = \nu_K^0 \overset{2}{R}{}_{0PQ}^K,$$
$$\overset{2}{R}{}_{KPQ}^I = -\nu_K^0 \overset{2}{R}{}_{0PQ}^I - \mu_0^{IL} \mu_{TK}^0 R_{LPQ}^T,\ \overset{2}{R}{}_{IPQ}^0 = \nu_K^0 \overset{2}{R}{}_{IPQ}^K; \tag{33}$$

$$\overset{3}{R}{}_{0PQ}^I = \overset{2}{R}{}_{0PQ}^I + \frac{2}{n}\delta_{[P}^I \Lambda_{Q]},\ \overset{3}{R}{}_{KPQ}^I = \overset{2}{R}{}_{KPQ}^I - \nu_K^0 \frac{2}{n}\delta_{[P}^I \Lambda_{Q]} - \frac{4}{n}\delta_K^I \mu_{[PQ]}^0,$$
$$\overset{3}{R}{}_{0PQ}^0 = 4\mu_{[PQ]}^0 + \nu_L^0 \overset{2}{R}{}_{0PQ}^L + \frac{2}{n}\nu_{[P}^0 \Lambda_{Q]},\ \overset{3}{R}{}_{IPQ}^0 = \nu_K^0 \overset{3}{R}{}_{IPQ}^K + \mu_{IK}^0 \frac{2}{n}\Lambda_{[P}\delta_{Q]}^K - 4\nu_I^0 \mu_{[PQ]}^0; \tag{34}$$

$$\overset{4}{R}{}_{0PQ}^I = \frac{2}{n}\Lambda_{[P}\delta_{Q]}^I,\ \overset{4}{R}{}_{0PQ}^0 = -4\mu_{[PQ]}^0 - \frac{2}{n}\nu_{[P}^0 \Lambda_{Q]},$$
$$\overset{4}{R}{}_{KPQ}^I = \frac{4}{n}\delta_K^I \mu_{[PQ]}^0 + R_{KPQ}^I - \frac{2}{n}\nu_K^0 \Lambda_{[P}\delta_{Q]}^I,$$
$$\overset{4}{R}{}_{IPQ}^0 = \frac{2}{n}\left(\mu_{I[P}^0 \Lambda_{Q]} + \nu_I^0 \nu_{[P}^0 \Lambda_{Q]}\right) + \frac{4(n+1)}{n}\nu_I^0 \mu_{[PQ]}^0. \tag{35}$$

Таким образом, справедлива

Теорема 1. *При невырожденной нормализации расширенного риманова пространства* V_n^* *индуцируются три нормализованых пространства проективной связности* $\overset{2}{P}_{n,n}$, $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$, *базой которых служит база исходного пространства* V_n^*, *причем формы связности и тензоры кривизны-кручения индуцированных пространств имеют соответственно строения (29) – (31) и (33) – (35).*

В силу соотношений (33) – (35) очевидно, что $\overset{2}{R}{}^I_{0PQ} = \overset{3}{R}{}^I_{0PQ} + \overset{4}{R}{}^I_{0PQ}$, то есть справедлива

Теорема 2. *Если из трех пространств проективной связности* $\overset{2-4}{P}_{n,n}$, *индуцируемых невырожденной нормализацией риманова пространства* V_n, *два пространства имеют нулевое кручение, то и третье – без кручения.*

Согласно (6), (29) – (31) поле ковектора ν^0_I $\left(\nu^0_0 = -1\right)$ определено в пространствах $\overset{2}{P}_{n,n}$, $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$: следовательно, все четыре пространства нормализованы одним полем ковектора ν^0_I, причем уравнения (6) с учетом (29) – (31) и соотношений (8), (11), (14), (18) можно записать в следующем виде:

$$\overset{2}{\nabla}\nu^0_I + \overset{2}{\omega}{}^0_I = \nu^0_{KI}\omega^K_0,\ \overset{3}{\nabla}\nu^0_I + \overset{3}{\omega}{}^0_I = \nu^0_{KI}\omega^K_0,\ \overset{4}{\nabla}\nu^0_I + \overset{4}{\omega}{}^0_I = \nu^0_{IK}\omega^K_0. \tag{36}$$

Из этих уравнений находим

$$\overset{2}{\nu}{}^0_{IK} = \nu^0_{KI},\ \overset{3}{\nu}{}^0_{IK} = \nu^0_{KI},\ \overset{4}{\nu}{}^0_{IK} = \nu^0_{IK}. \tag{37}$$

Теперь согласно (8) имеем

$$\overset{2}{\mu}{}^0_{IK} = \mu^0_{KI},\ \overset{3}{\mu}{}^0_{IK} = \mu^0_{KI},\ \overset{4}{\mu}{}^0_{IK} = \mu^0_{IK}. \tag{38}$$

Согласно (29) – (31), (38) из дифференциальных уравнений (9) тензора $\overset{1}{\mu}{}^0_{IK} = \mu^0_{IK}$ имеем

$$\overset{q}{\nabla}\overset{q}{\mu}{}^0_{IK} + \overset{q}{\mu}{}^0_{IK}\overset{q}{\omega}{}^0_0 = \overset{q}{\mu}{}^0_{IKL}\,\omega^L_0 \quad (q = 1,\ 2,\ 3,\ 4), \tag{39}$$

где $\overset{1}{\mu}{}^0_{IKL} \equiv \mu^0_{IKL}$ и

$$\begin{gathered}\overset{2}{\mu}{}^0_{IKL} = \mu^0_{KIL} - M^0_{KIL} - \mu^0_{PI}\mu^{PQ}_0 M^0_{QKL} - 2\mu^0_{KI}\frac{\Lambda_L}{n+1},\\ \overset{3}{\mu}{}^0_{IKL} = \mu^0_{KIL} - N^0_{KIL} - \mu^0_{PI}\mu^{PQ}_0 N^0_{QKL},\ \overset{4}{\mu}{}^0_{IKL} = \mu^0_{IKL} - \frac{2}{n}\mu^0_{IK}\Lambda_L.\end{gathered} \tag{40}$$

В силу (11), (14), (16), (18), (38), (40) очевидно, что чебышевские векторы нормализованных пространств $\overset{q}{P}_{n,n}$ связаны следующими соотношениями:

$$\overset{2}{\Lambda}_K + \Lambda_K = 0,\ \overset{3}{\Lambda}_K = \Lambda_K,\ \overset{4}{\Lambda}_K + \Lambda_K = 0, \tag{41}$$

при получении которых попутно находим:

$$\overset{2}{h}_K = h_K - 2\Lambda_K\,,\ \overset{3}{h}_K = h_K\,,\ \overset{4}{h}_K = h_K - 2\Lambda_K\,. \tag{42}$$

Тензоры $\overset{q}{M}{}^0_{IKL}$, $\overset{q}{N}{}^0_{IKL}$ $(q = 1,\ 2,\ 3,\ 4)$ пространств $\overset{q}{P}_{n,n}$ имеют строения, аналогичные (18):

$$\overset{q}{M}{}^0_{IKL} \overset{def}{=} \overset{q}{\mu}{}^0_{IKL} - \nu^0_I\,\overset{q}{\mu}{}^0_{LK} - \nu^0_K\,\overset{q}{\mu}{}^0_{IL} - \frac{\overset{q}{h}_L}{n+1}\overset{q}{\mu}{}^0_{IK}\,,\quad \overset{q}{N}{}^0_{IKL} \overset{def}{=} \overset{q}{M}{}^0_{IKL} - \frac{1}{n(n+1)}\overset{q}{\mu}{}^0_{IK}\,\overset{q}{\Lambda}_L\,;$$

в силу (38), (40) – (42) между данными тензорами существует следующая связь:

$$\overset{2}{M}{}^0_{IKL} = -\mu^0_{PI}\,\mu^{PQ}_0\,M^0_{QKL}\,,\quad \overset{3}{M}{}^0_{IKL} = -\mu^0_{PI}\,\mu^{PQ}_0\,M^0_{QKL} + \frac{2}{n(n+1)}\mu^0_{KI}\,\Lambda_L\,,$$
$$\overset{4}{M}{}^0_{IKL} = M^0_{IKL} - \frac{2}{n(n+1)}\mu^0_{IK}\,\Lambda_L\,; \tag{43}$$

$$\overset{2}{N}{}^0_{IKL} = \overset{3}{N}{}^0_{IKL} = -\mu^0_{PI}\,\mu^{PQ}_0\,N^0_{QKL}\,,\quad \overset{4}{N}{}^0_{IKL} = N^0_{IKL}\,. \tag{44}$$

4. Преобразование форм связности исходного нормализованного пространства проективной связности $\overset{1}{P}_{n,n}$ по закону (29) обозначим через I_1 , по закону (30) – через I_2 , по закону (31) – через I_3 :

$$I_1(\overset{1}{P}_{n,n}) = \overset{2}{P}_{n,n}\,,\ I_2(\overset{1}{P}_{n,n}) = \overset{3}{P}_{n,n}\,,\ I_3(\overset{1}{P}_{n,n}) = \overset{4}{P}_{n,n}\,. \tag{45}$$

Преобразование (21), не меняющее формы связности пространства $\overset{1}{P}_{n,n}$, обозначим через I_0 и назовем тождественным: $I_0(\overset{1}{P}_{n,n}) = \overset{1}{P}_{n,n}$.

Преобразования I_a ($a = 1,\ 2,\ 3$) форм связности являются инволютивными, то есть $I_a^{-1} \equiv I_a$. Действительно, из выражений (29) – (31) в силу (38), (41), (43), (44) находим

$$\omega^I_0 = \overset{2}{\omega}{}^I_0\,,\ \omega^0_0 = \overset{2}{\omega}{}^0_0 - \frac{\overset{2}{\Lambda}_P}{n+1}\omega^P_0\,,\ \omega^I_K = \overset{2}{\omega}{}^I_K + \overset{2}{\mu}{}^{IL}_0\,\overset{2}{M}{}^0_{LKP}\,\omega^P_0\,,$$
$$\omega^0_I(\equiv 0) = \overset{2}{\omega}{}^0_I + \left(\nu^0_I\,\frac{\overset{2}{\Lambda}_P}{n+1} + \overset{2}{\mu}{}^{KL}_0\,\nu^0_K\,\overset{2}{M}{}^0_{LIP} - 2\,\overset{2}{\mu}{}^0_{[IP]}\right)\omega^P_0\,;$$

$$\omega^I_0 = \overset{3}{\omega}{}^I_0\,,\ \omega^0_0 = \overset{3}{\omega}{}^0_0\,,\ \omega^I_K = \overset{3}{\omega}{}^I_K + \overset{3}{\mu}{}^{IL}_0\,\overset{3}{N}{}^0_{LKP}\,\omega^P_0\,,\ \omega^0_I(\equiv 0) = \overset{3}{\omega}{}^0_I + \left(\overset{3}{\mu}{}^{KL}_0\,\nu^0_K\,\overset{3}{N}{}^0_{LIP} - 2\,\overset{3}{\mu}{}^0_{[IP]}\right)\omega^P_0\,;$$

$$\omega^I_K = \overset{4}{\omega}{}^I_0\,,\ \omega^0_0 = \overset{4}{\omega}{}^0_0 - \frac{\overset{4}{\Lambda}_P}{n+1}\omega^P_0\,,\ \omega^I_K = \overset{4}{\omega}{}^I_K + \delta^L_K\,\frac{\overset{4}{\Lambda}_P}{n(n+1)}\omega^P_0\,,\ \omega^0_I(\equiv 0) = \overset{4}{\omega}{}^0_I + \frac{1}{n}\nu^0_I\,\overset{4}{\Lambda}_P\,\omega^P_0\,.$$

Эти соотношения говорят о том, что

$$I_1(\overset{2}{P}_{n,n}) = \overset{1}{P}_{n,n}\,,\ I_2(\overset{3}{P}_{n,n}) = \overset{1}{P}_{n,n}\,,\ I_3(\overset{4}{P}_{n,n}) = \overset{1}{P}_{n,n}\,,$$

что вместе с (45) доказывает инволютивность I_a. Следуя [6], будем говорить, что исходное нормализованное пространство $\overset{1}{P}_{n,n} \equiv V_n^*$ двойственно с каждым из пространств $\overset{2}{P}_{n,n}$, $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$ относительно соответствующего преобразования I_a.

В силу (38), (41), (43), (44) формы $\overset{3}{\omega}{}^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ и $\overset{4}{\omega}{}^{\bar{I}}_{\bar{K}}$ связаны между собой соотношениями вида (29), то есть

$$\overset{4}{\omega}{}^I_0 = \overset{3}{\omega}{}^I_0 = \omega^I_0,\ \overset{4}{\omega}{}^0_0 = \overset{3}{\omega}{}^0_0 - \frac{\overset{3}{\Lambda}_P}{n+1}\omega^P_0,\ \overset{4}{\omega}{}^I_K = \overset{3}{\omega}{}^I_K + \overset{3}{\mu}{}^{IL}_0 \overset{3}{M}{}^0_{LKP}\,\omega^P_0,$$

$$\overset{4}{\omega}{}^0_I = \overset{3}{\omega}{}^0_I + \left(\nu^0_I \frac{\overset{3}{\Lambda}_P}{n+1} + \overset{3}{\mu}{}^{KL}_0 \nu^0_K \overset{3}{M}{}^0_{LIP} - 2\overset{3}{\mu}{}^0_{[IP]} \right)\omega^P_0 .$$

Это значит, что $I_1(\overset{3}{P}_{n,n}) = \overset{4}{P}_{n,n}$; справедливо также $I_1(\overset{4}{P}_{n,n}) = \overset{3}{P}_{n,n}$. Следовательно, пространства $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$ двойственны относительно инволютивного преобразования I_1 форм связности. Аналогично доказывается, что

$$I_2(\overset{2}{P}_{n,n}) = \overset{4}{P}_{n,n},\ I_2(\overset{4}{P}_{n,n}) = \overset{2}{P}_{n,n},\ I_3(\overset{3}{P}_{n,n}) = \overset{2}{P}_{n,n},\ I_3(\overset{2}{P}_{n,n}) = \overset{3}{P}_{n,n}.$$

Доказана

Теорема 3. *Преобразования* I_a ($a = 1, 2, 3$) *форм связности по законам (29) – (31) являются инволютивными. Индуцированные пространства проективной связности* $\overset{2}{P}_{n,n}$, $\overset{3}{P}_{n,n}$, $\overset{4}{P}_{n,n}$ *двойственны относительно соответствующих инволютивных преобразований* I_a *как между собой, так и по отношению к исходному нормализованному пространству* $\overset{1}{P}_{n,n} \equiv V_n^*$.

Резюме. Установлено, что невырожденная нормализация расширенного риманова пространства индуцирует три нормализованных пространства проективной связности, двойственные как между собой, так и по отношению к исходному пространству.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Евтушик, Л. Е.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л. Е. Евтушик, Ю. Г. Лумисте, Н. М. Остиану, А. П. Широков // Итоги науки и техники. Проблемы геометрии. – М. : ВИНИТИ, 1979. – Т. 9. – 246 с.

2. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

3. *Лаптев, Г. Ф.* Многообразия, погруженные в обобщенные пространства / Г. Ф. Лаптев // Труды 4-го Всес. матем. съезда (1961) : сб. науч. тр. – Л., 1964. – Т. 2. – С. 226–233.

4. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

5. *Столяров, А. В.* Двойственная геометрия нормализованного пространства аффинной связности / А. В. Столяров // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. – 2005. – № 4 (47). – С. 21–27.

6. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ин-т, 1994. – 290 с.

7. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 612.119,015+612.452.018

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ БИОАМИНАМИ В СТРУКТУРАХ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ

BIOAMINES CORRELATIONS IN THE STRUCTURES OF MAMMARY GLAND IN NORM AND WITH PATHALOGY

Т. В. Лучина, Л. А. Любовцева

T. V. Luchina, L. A. Lubovtseva

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. Изучены корреляционные отношения в содержании биогенных аминов в микроструктурах молочной железы. У женщин референтной группы корреляционная связь между катехоламинами и серотонином в лактоцитах сильная и прямая, при раке молочной железы становится слабой и обратной. При фиброаденоме молочной железы в гранулярных люминесцирующих клетках корреляционная связь прямая и сильная, при раке становится сильной и обратной. Серотониновый индекс (отношение серотонин/катехоламины) при раке увеличивается.

Abstract. Corelations of the rates of biogenic amines in microstructures of mammary gland have been studied. Control group of women shows strong and direct correlation of catecholamines and serotonin in lactocytes. This corelation becomes weak and reverse when patients have breast cancer. Mammary fibroadenoma patients have shown srrong and direct correlation in granule luminiscent cells. Breast cancer reveals the increase of serotonin index (proportion of serotonin and catecholamines).

Ключевые слова: *мастопатия, фиброаденома, рак молочной железы, биогенные амины, корреляционные связи, серотониновый индекс.*

Keywords: *mastopathy, fibroadenoma, breast cancer, biogenic amines, correlations, serotonin index.*

Актуальность исследуемой проблемы. Известно, что местную регуляторную функцию органов выполняют биогенные амины, которые являются менеджерами и осуществляют дистантную передачу информации на клеточные рецепторы через цАМФ или цГАМФ. Спектр биологических эффектов биогенных аминов весьма обширен [2]. Они регулируют большое число процессов, происходящих в организме, поэтому нарушение синтеза и секреции биогенных аминов может сказаться на возникновении патологии молочной железы [1]. Однако особенности распределения биоаминов в структурах молочной железы исследованы недостаточно. В литературе мало данных о состоянии биоаминсодержащих структур в молочной железе, хотя имеются сведения о влиянии гистамина как пускового механизма возникновения онкологических заболеваний этого органа. Вместе с тем не изучены механизмы регуляции синтеза и инактивации биогенных аминов, а также взаимосвязь биогенных аминов с возникновением опухолей молочной железы.

Исходя из вышесказанного, можно рассматривать исследование морфофункциональной организации молочной железы и биогенных аминов в структурах этого органа, а также сравнение этих параметров как научную задачу, важную для онкологии, патологической анатомии, акушерства и гинекологии.

Целью исследования является изучение корреляционных отношений в содержании ряда биогенных аминов в микроструктурах молочной железы в норме и при развитии онкологической патологии.

В основу исследования положено решение следующих задач:

1. Изучение распределения биоаминсодержащих структур и особенностей распределения в них гистамина (Г), катехоламинов (КА) и серотонина (С) при разных видах опухолевого процесса в молочной железе.

2. Проведение корреляционного анализа между составом биогенных аминов в структурах молочной железы женщин при патологии молочных желез.

Материал и методика исследований. Материалом для исследования явились препараты молочной железы 25 женщин, проходивших лечение в маммологическом отделении Республиканского клинического онкологического диспансера МЗиСР Чувашской Республики (табл. 1). Следует отметить, что все срезы обрабатывались одновременно в одних и тех же инкубационных периодах.

Таблица 1

Распределение пациентов по группам в зависимости от вида онкологического заболевания

Группы	Диагноз	Число больных	% выявленных патологий
Экспериментальная группа	Мастопатия	7	30
	Фиброаденома	7	более 30
	Рак молочной железы	7	более 15
Референтная группа	Патологии не выявлены	4	данные соответствовали показателям здоровых пациенток
Итого:		25	

Для изучения микроструктуры тканей молочной железы нами применялись следующие гистологические методы:

1. Люминесцентно-гистохимический метод Кросса, Евена, Роста (1971) для исследования гистамина.

2. Люминесцентно-гистохимический метод Фалька-Хилларпа (1969) для исследования катехоламинов и серотонина.

3. Метод цитоспектрофлуориметрии для количественного определения уровней катехоламинов, серотонина и гистамина в структурах молочной железы. Измерения проведены на люминесцентном микроскопе (ЛЮМАМ-4) с применением микрофлуориметрической насадки ФМЭЛ-1А. Подсчет производили с помощью цифрового вольтметра при напряжении 900 вольт.

4. Для подсчета патологии ткани молочной железы и верификации диагноза использовался общепринятый метод Мая-Грюнвальда-Романовского-Гимзы по Паппенгейму, в каждом препарате просчитывалось подряд не менее 500 клеточных элементов.

5. Корреляционный анализ содержания биогенных аминов в микроструктурах [3].

Результаты исследований и их обсуждение. В табл. 2, 3, 4 приведены данные о содержании катехоламинов, серотонина и гистамина в структурах молочной железы при онкологической патологии.

Таблица 2

Содержание катехоламинов в структурах молочной железы при онкологической патологии (M±m), в условных единицах

Микроструктуры	Клинические группы			
	Контроль	Мастопатия	Фиброаденома	Рак молочной железы
Лактоциты	7,58±0,5	8,63±0,62	9,06±0,9	10,98±0,79
ГЛК	7,42±0,11	8,48±0,66	10,39±2,02	10,73±0,8
Тучные клетки	6,1±0,25	7,3± 0,69	7, 8±0,8	11,8±0,84

Таблица 3

Содержание серотонина в структурах молочной железы при онкологической патологии (M±m), в условных единицах

Микроструктуры	Клинические группы			
	Контроль	Мастопатия	Фиброаденома	Рак молочной железы
Эпителиоциты	29,8±1,14	31,24±2,49	41,59±9,94*	62,78±19,51
ГЛК	31,5±2,15	35,11±3,55	41,65±10,60	61,38±6,58*
Тучные клетки	51,1±1,16	72,41±1,14	81,7±2,15	89,4±1,11

Таблица 4

Содержание гистамина в структурах молочной железы при онкологической патологии (M±m), в условных единицах

Микроструктуры	Клинические группы			
	Контроль	Мастопатия	Фиброаденома	Рак молочной железы
Эпителиоциты	120,1±16,4	140,96±25,01	182,40±32,88	139,65±54,06
ГЛК	145,3±12,5	113,70±25,11	122,50±22,59	122,50±22,59
Тучные клетки	125,6±17,3	111,8±0,84	130,7±24,67	78,1±9,65

Содержание гистамина при патологии имеет некоторые особенности. Так, в лактоцитах наибольшее его содержание определяется при фиброаденоме. В гранулярных люминесцирующих клетках (ГЛК) содержание гистамина резко снижается при мастопатии, при остальных патологиях также оказывается пониженным. В тучных клетках наряду с повышением числа этих клеток обнаруживается их тотальная дегрануляция и снижение содержания гистамина в сохранившихся клетках (табл. 4).

Наибольшее содержание биогенных аминов при фиброаденоме отмечается в фиброзном компоненте. При оценке общеморфологической картины в фиброаденоме молочной железы наблюдаются изменения эпителия в выводных протоках: гиперплазия, метаплазия и слущивание клеток.

Таблица 5

Корреляционные взаимоотношения нейромедиаторов в структурах молочной железы при патологии

Название патологии	Лактоциты			ГЛК			Тучные клетки		
	КА/С	КА/Г	С/Г	КА/С	КА/Г	С/Г	КА/С	КА/Г	С/Г
Норма	**0,99**	0,42	0,28	-0,51	0,74	-0,85	-0,2	0,4	-0,2
Мастопатия	0,17	0,66	-0,36	0,61	0,8	-0,24	-0,4	0,1	0,5
Фиброаденома	0,49	0,63	-0,81	**0,86**	0,13	0,14	-0,8	-0,8	0,6
Рак	-0,02	-0,98	-0,08	-0,83	0,45	0,74	**0,8**	-0,4	-0,6

Таблица 6

Серотониновый индекс в микроструктурах молочной железы при онкологической патологии

Микроструктура	Норма		Мастопатия		Фиброаденома		Рак	
	С/КА	С/Г	С/КА	С/Г	С/КА	С/Г	С/КА	С/Г
Лактоциты	4,5	0,3	3,6	0,2	4,7	0,2	5,7	0,4
ГЛК	5,7	0,5	3,2	0,3	3,9	0,5	5,7	0,5
Тучные клетки	8,3	0,4	9,9	0,6	8,1	0,7	8,1	1,1

Данные табл. 5 свидетельствуют о том, что у женщин контрольной группы в лактоцитах связь между КА/Г сильная положительная, между КА/Г и С/Г – умеренная прямая. При мастопатии, фиброаденоме и карциноме между КА/С появляются отрицательные связи.

У женщин контрольной группы при анализе корреляционных связей в ГЛК можно видеть, что между КА/С существует умеренная связь, между С/Г – сильная обратная связь, между КА/Г – умеренная связь (табл. 5). При мастопатии между КА/С связь умеренная прямая, между КА/Г связь сильная, между С/Г связь слабая. При фиброаденоме связь между КА/С сильная и прямая, а в паре между С/Г связь слабая. При раке связь между КА/С сильная отрицательная, между КА/Г средняя, между С/Г умеренная.

В тучных клетках связь между КА/С слабая отрицательная, при раке молочной железы сильная положительная, что указывает на усиление супрессивных свойств тучных клеток.

Возрастание серотонинового индекса при раке молочной железы свидетельствует об иммунодепрессивном воздействии серотонина (табл. 6).

Резюме. При раке молочной железы корреляционные связи между катехоламинами и серотонином в лактоцитах и гранулярных люминесцирующих клетках становятся отрицательными, в тучных клетках связь становится сильной и положительной. Следовательно, при онкологической патологии снижаются супрессивные свойства серотонина в ЛГК и лактоцитах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агафонкин, С. А.* Рационализация применения методов дооперационной верификации при подозрении на рак молочной железы / С. А. Агафонкин // Вестник Чувашского университета. – 2006. – № 2. – С. 44–46.

2. *Любовцева, Л. А.* Люминесцентно-гистохимическое исследование аминсодержащих структур костного мозга, тимуса и крови при действии нейромедиаторов и антигенов / Л. А. Любовцева. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 1993. – 100 с.

3. *Углова Б. А.* Корреляционный анализ и многофакторные модели в нейроморфологических исследованиях / Б. А. Углова, М. В. Углов // Новые методы изучения нервной системы и микроциркуляции сердца, легких в норме и патологии. – Куйбышев : Б. и., 1979. – С. 11–19.

УДК 547.241

РЕАКЦИИ КАРБОНИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БИЦИКЛО[4.1.0]ГЕПТАНА С ЭФИРАМИ КИСЛОТ ФОСФОРА (III)*

THE REACTIONS OF CARBONYL DERIVATES OF BICYCLO [4.1.0]HEPTANE WITH PHOSPHOROUS (III) ACIDS ETHERS

Ю. Н. Митрасов, Д. А. Соснов, Н. А. Лукичева, О. В. Кондратьева

Y. N. Mitrasov, D. A. Sosnov, N. A. Lukicheva, O. V. Kondratyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что бицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорид реагирует со средними эфирами кислот фосфора (III) по атому углерода карбонильной группы с сохранением бициклической структуры. 7-Ацетилбицикло[4.1.0]гептан взаимодействует с диалкилфосфитами как по схеме реакции Абрамова.

Abstract. It has been established that bicyclo[4.1.0]heptane-7-carbonylchloride reacts with the ethers of phosphorous (III) acids in a place of carbon atom of carbonyl group with the saving of bicyclical structure. 7-Acetylbicyclo[4.1.0]heptane reacts with the dialkylphosphites as according to the scheme of Abramov's reaction.

Ключевые слова: *бицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорид, 7-ацетилбицикло[4.1.0]гептан, диалкилфосфит, триалкилфосфит, диалкиларилфосфонит.*

Keywords: *bicyclo[4.1.0]heptane-7-carbonylchloride, 7-acetylbicyclo[4.1.0]heptane, dialkylphosphite, trialkylphosphite, dialkylarylphosphonite.*

Актуальность исследуемой проблемы. К настоящему времени фосфорсодержащие производные бициклоалканов представляют собой сравнительно мало изученный класс органических соединений [2]. Перспективными объектами фосфорилирования эфирами кислот фосфора (III) являются функционально-замещенные бицикло[4.1.0]гептаны (норкараны), поскольку они содержат реакционноспособный трехчленный цикл [4]. Это создавало предпосылки для нетрадиционного протекания реакций и синтеза новых типов фосфорилированных циклических углеводородов.

Таким образом, целью данной работы явились синтез карбонильных производных бицикло[4.1.0]гептана и изучение их реакций с эфирами кислот фосфора (III).

Материал и методика исследований. В качестве фосфорилирующих реагентов применяли диалкилфосфиты, средние эфиры фосфористой и арилфосфонистых кислот; карбонильных соединений – бицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорид, 7-ацетилбицикло-[4.1.0]гептан.

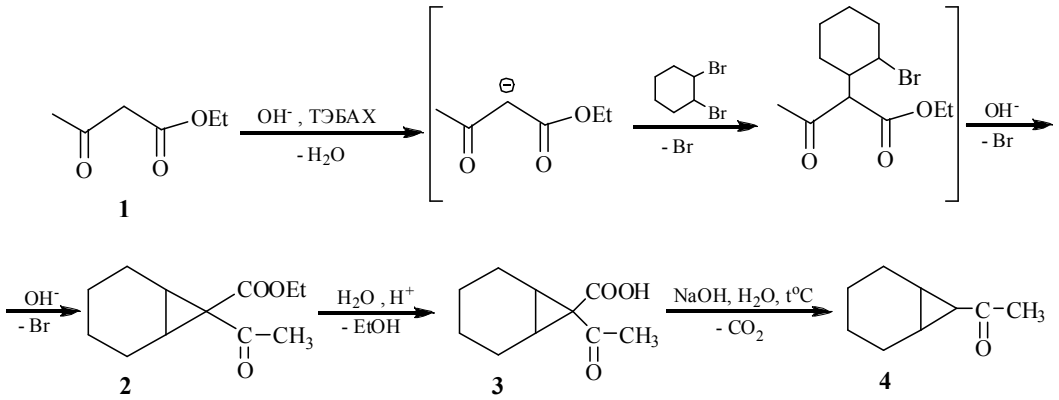
Для введения фосфорных групп в структуру норкарана были использованы классические реакции Арбузова и Абрамова [1], [5]. Процесс осуществляли при температуре от

20 °С до 60 °С и эквимольном соотношении реагентов. При использовании диалкилфосфитов применяли каталитические количества триэтиламина. Строение синтезированных соединений подтверждали методами ИК и ЯМР-спектроскопии, рефрактометрии, элементного и функционального анализов.

Результаты исследований и их обсуждение. Нами было осуществлено фосфорилирование диалкиларилфосфонитами, ди- и триалкилфосфитами карбонильных производных бицикло[4.1.0]гептана (норкарана), в качестве которых были использованы 7-ацетилбицикло[4.1.0]гептан (**4**) и бицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорид (**10**).

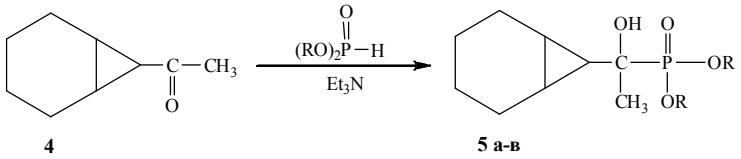
Исходными соединениями для синтеза карбонильных производных норкарана явились 1,2-дибромциклогексан, ацетоуксусный и малоновый эфиры.

Для получения кетона (**4**) ацетоуксусный эфир (**1**) подвергали взаимодействию с 1,2-дибромциклогексаном в присутствии гидроксида натрия и катализатора межфазного переноса триэтилбензиламмоний хлорида (ТЭБАХ). Затем образующийся этиловый эфир 7-ацетилбицикло[4.1.0]гептан-7-карбоновой кислоты (**2**) гидролизовали до кислоты (**3**), которая декарбоксилируется при кипячении с водным раствором гидроксида натрия. Выход 7-ацетилбицикло[4.1.0]гептана (**4**) составил 60 %. Общую схему проведенных превращений можно представить в следующем виде:



Строение соединений (**2–4**) подтверждали данными ИК-спектров. На наличие трехчленного цикла указывает присутствие в спектрах полос поглощения с максимумами 3020–3030, 1030–1040 см$^{-1}$, которые отнесены соответственно к валентным колебаниям С–Н, С–С связей. В спектре эфира (**2**) содержится также интенсивная полоса поглощения с максимумом 1750 см$^{-1}$, соответствующая колебаниям С=О связи сложноэфирной группы. В ИК-спектре кетона (**4**) карбонильная группа характеризуется сигналом в области 1700 см$^{-1}$.

Нами установлено, что 7-ацетилбицикло[4.1.0]гептан (**4**) реагирует с диалкил-фосфитами в присутствии триэтиламина по классической реакции Абрамова, приводящей к образованию диалкил-1-(бицикло[4.1.0]гептан-7-ил)-1-гидроксиэтилфосфонатов (**5а–в**) (табл. 1).



R = CH_3 (а), C_2H_5 (б), C_3H_7 (в)

Строение соединений (**5а–в**) подтверждали данными ИК- и ЯМР-спектров. В ИК-спектрах имеются полосы поглощения: 3030 ($\upsilon_{C–H}$ несопряженного трехчленного

цикла), 3600 ($\upsilon_{O–H}$), 995–1050 ($\upsilon_{P–O–C}$), 1255 ($\upsilon_{P=O}$) см$^{-1}$. В спектре ЯМР ^{1}H фосфоната (**5а**) содержатся дублеты метильных протонов с δ 1,31 м.д. (3H, CCH_3, $^3J_{HP}$ 17,60 Гц) и 3,53 м.д. (6H, $2CH_3O$, $^3J_{HP}$ 10,35 Гц), мультиплеты протонов цикла с δ 1,02, 1,24, 1,50. Протон гидроксильной группы проявляется в виде уширенного сигнала δ 4,14 м.д.

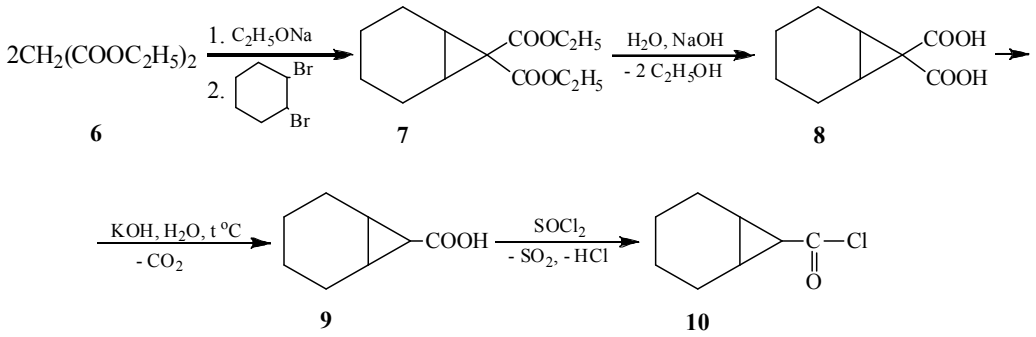
Таблица 1

Выходы, константы[a] и данные элементного анализа диалкилфосфонатов (5а-в)

№ соед.	Выход, %	d_4^{20}	n_D^{20}	Найдено, %	Формула	Вычислено, %
				P		P
5а	80	1.2058	1.4975	12.40	$C_{11}H_{21}O_4P$	12.48
5б	81	1.1520	1.4900	11.15	$C_{13}H_{25}O_4P$	11.21
5в	85	1.1186	1.4890	10.20	$C_{15}H_{29}O_4P$	10.18

Примечание: а) маслообразные вещества.

Бицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорид (**10**) был получен взаимодействием хлористого тионила с бицикло[4.1.0]гептан-7-карбоновой кислотой (**9**), синтезированной на основе реакции натриймалонового эфира (**6**) с 1,2-дибромциклогексаном.

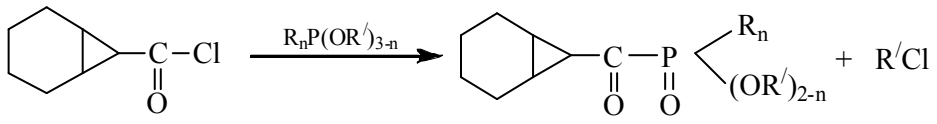


Строение промежуточных соединений (**7**–**10**) подтверждали данными ИК-спектров. Так, на наличие трехчленного цикла в диэтиловом эфире бицикло[4.1.0]гептан-7,7-дикарбоновой кислоты (**7**) указывает присутствие полос поглощения с максимумами 3020–3030, 1030–1040 см$^{-1}$, которые отнесены соответственно к валентным колебаниям С–Н, С–С связей, максимум в области 1750 см$^{-1}$ соответствует колебаниям сложноэфирной группы. В спектре хлорида (**10**) карбонильная группа характеризуется сигналами в области 1580–1640 см$^{-1}$.

Известно, что эфиры кислот фосфора (III) легко реагируют с хлорангидридами карбоновых кислот по классической схеме реакции Арбузова [1], [3]. Нами было показано, что в случае бицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорида (**10**) наличие бицикла не препятствует протеканию реакции со средними эфирами фосфористой и арил-фосфонистой кислот. При эквимольном соотношении реагентов в мягких условиях (20–60 °С) реализуется атака Р-нуклеофилов по атому углерода карбонильной группы.

Реакции сопровождались сильным разогреванием реакционной массы, поэтому прибавление хлорангидрида (**10**) к средним фосфитам осуществляли при охлаждении

с такой скоростью, чтобы температура смеси не превышала 30 °С, затем нагревали при 60 °С в течение 2 ч.



10 **11 а-е**

n=0, $R^/ = C_2H_5$ (а), C_3H_7 (б), C_4H_9 (в); n= 1, R=C_6H_5, $R^/=C_2H_5$ (г), C_3H_7 (д), C_4H_9 (е)

В результате реакции образуются диалкилбицикло[4.1.0]гептан-7-карбонилфосфонаты (**11а-е**), строение которых подтверждено методом ИК-спектроскопии [3020 ($\upsilon_{C–H}$ несопряженного трехчленного цикла), 3650 ($\upsilon_{O–H}$), 995–1050 ($\upsilon_{P–O–C}$), 1255 ($\upsilon_{P=O}$) см$^{-1}$] (табл. 2).

Таблица 2

Выходы, константы[a] и данные элементного анализа диалкилфосфонатов (11а-е)

№ соед.	Выход, %	Т. кип., °С, (р, мм рт. ст.)	d_4^{20}	n_D^{20}	Найдено, %	Формула	Вычислено, %
					P		P
11а	78	160-2 (6)	1.1635	1.4810	11.84	$C_{12}H_{21}O_4P$	11.90
11б	70	190-1 (5)	1.1225	1.4831	10.70	$C_{14}H_{25}O_4P$	10.74
11в[a]	74	–	1.0924	1.4795	9.85	$C_{16}H_{29}O_4P$	9.79
11г[a]	67	–	1.1811	1.5387	10.70	$C_{16}H_{21}O_3P$	10.60
11д[a]	71	–	1.1597	1.5317	10.15	$C_{17}H_{23}O_3P$	10.11
11е[a]	73	–	1.1415	1.5329	9.69	$C_{18}H_{25}O_3P$	9.67

Примечание: а) маслообразные вещества.

Резюме. Взаимодействие 7-ацетилбицикло[4.1.0]гептана с диалкилфосфитами в присутствии основных катализаторов протекает по схеме реакции Абрамова с образованием диалкил-1-(бицикло[4.1.0]гептан-7-ил)-1-гидроксиэтилфосфонатов. Бицик-ло[4.1.0]гептан-7-карбонилхлорид вступает во взаимодействие со средними эфирами фосфористой и арилфосфонистой кислот по схеме реакции Арбузова с сохранением бициклической структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Газизов, Т. Х.* Реакция Арбузова. Реакции эфиров кислот Р (III) с галогенсодержащими электрофильными соединениями / Г. Х. Газизов. – Казань, 1991. – Ч. 1. – 162 с.

2. *Корбридж, Д.* Фосфор. Основы химии, биохимии, технологии / Д. Корбридж. – М. : Мир, 1982. – 680 с.

3. *Митрасов, Ю. Н.* Синтез диалкил(алкиларил)-1-метил-2,2-дихлорциклопропанкарбонилфосфонатов и -фосфинатов // Ю. Н. Митрасов, Е. А. Симакова, И. И. Антонова, А. А. Краснова, О. О. Алексеева, В. Г. Скворцов // Журнал общей химии. – 2004. – Т. 74. – Вып. 4. – С. 697–698.

4. *Митрасов, Ю. Н.* Фосфорилирование бицикло[4.1.0]гептанов / Ю. Н. Митрасов, Е. А. Симакова, А. В. Степанова, О. В. Кондратьева. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2004. – 31 с. – Деп. в ВИНИТИ 06.08.2004, №1370-В2004.

5. *Пудовик, А. Н.* Реакции присоединения фосфорсодержащих соединений с подвижным атомом водорода / А. Н. Пудовик, И. В. Гурьянова, Э. А. Ишмаева // Реакции и методы исследований органических соединений. – М. : Химия, 1968. – Т. 19. – 848 с.

УДК 547.241

РЕАКЦИИ БОРНАН-2-ОЛА С ПРОИЗВОДНЫМИ ФОСФОРИСТОЙ КИСЛОТЫ*

THE REACTIONS OF BORNAN-2-OL WITH THE PHOSPHORIC ACID DERIVANTS

Ю. Н. Митрасов[1], П. И. Федоров[2], И. Н. Смолина[1], Н. А. Лукичева[1], А. В. Гаврилова[1]

Y. N. Mitrasov[1], P. I. Fedorov[2], I. N. Smolina[2], N. A. Lukicheva[1], A. V. Gavrilova[1]

[1] ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары
[2] ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. Синтезированы хлорангидриды, эфиры и эфироамиды борнан-2-илфосфористой кислоты и изучены их реакции с электрофильными реагентами. Выявлена биологическая активность борнанил-2-илфосфатов и -тиофосфатов.

Abstract. The chloranhydrides, ethers and etheroamides of bornan-2-ylphosphoric acid have been synthesized and the ways of their reactions with electrophilic reagents have been also researched. The biological activity of bornanyl-2-ylphosphosphates and tiophosphates have been revealed.

Ключевые слова: *борнан-2-ол, фосфорилирование, трихлорид фосфора, переэтерификация, диметилфосфит, N,N-диэтиламидоди(борнан-2-ил)фосфит, борнанил-2-илфосфаты.*

Keywords: *bornan-2-ol, phosphorilation, phosphorous trichloride, interesterification, dimethylphosphit, N,N- diethylamidodi(bornan-2-yl)phosphit, bornanyl-2-ylphosphosphates.*

Актуальность исследуемой проблемы. Борнан-2-ол[1] (изоборнеол) находит широкое применение в синтезе биологически активных веществ, использующихся в парфюмерно-косметической промышленности, медицине и других областях народного хозяйства. В частности, изоборнеол является промежуточным соединением при получении камфары – одного из важнейших продуктов лесохимического производства. В усилении биологической активности существенное влияние может оказать введение в циклическую структуру различных биогенных групп. Так, ранее нами было описано борилирование изоборнеола [2]. В продолжение этих исследований в данном сообщении приводятся результаты работ по фосфорилированию изоборнеола.

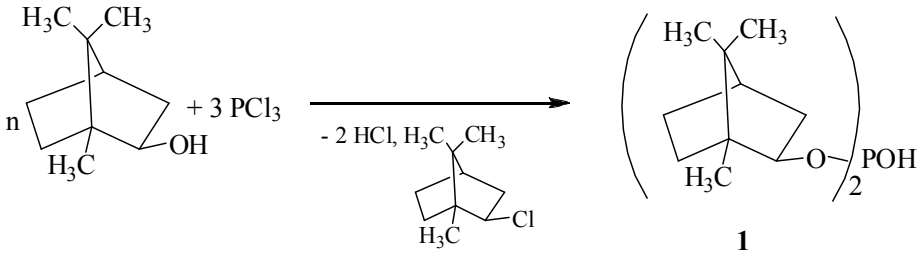
[1] *Работа выполнена при финансовой поддержке аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 гг.)», проект № 2.1.1/1979.*

Материал и методика исследований. Для введения фосфорных групп в структуру изоборнеола были использованы реакции с производными кислот фосфора (III). В качестве фосфорилирующих реагентов применяли трихлорид фосфора, диметил- и гексаэтилтриамидофосфиты, которые являются промышленными продуктами, за исключением амида, который был синтезирован взаимодействием диэтиламина с трихлоридом фосфора по методике [1].

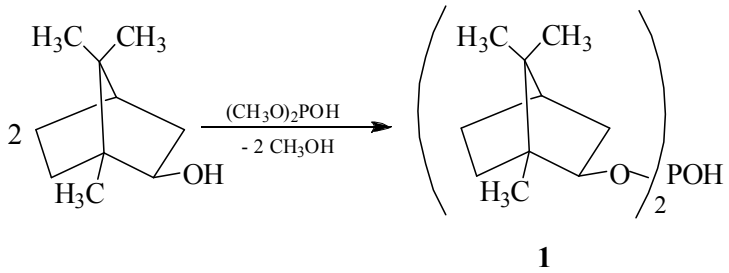
Известно, что на взаимодействии алифатических спиртов с галогенидами фосфора основан один из препаративных способов получения галогеноалканов [3]. Однако в случае трихлорида фосфора процесс можно остановить на стадии образования продуктов О-фосфорилирования. Для этого необходимо использовать пониженную температуру и акцепторы хлористого водорода, так как его повышенная концентрация в реакционной смеси вызывает расщепление связи С–О–Р. Реакции изоборнеола с эфирами и амидами фосфористой кислоты проводили при нагревании от 50 до 120°С.

Строение синтезированных соединений устанавливали по данными ИК- и ЯМР ^{1}Н-спектров, чистоту подтверждали тонкослойной хроматографией, а состав – элементным анализом.

Результаты исследований и их обсуждение. Реакции изоборнеола с трихлоридом фосфора проводили в различных мольных соотношениях реагентов (1–3:1) в присутствии или отсутствии основания. Проведение процесса в отсутствии основания и при мольном соотношении изоборнеол: трихлорид фосфора, равном 3:1, в мягких условиях (0ºС) позволило получить бис(борнан-2-ил)фосфит (**1**).

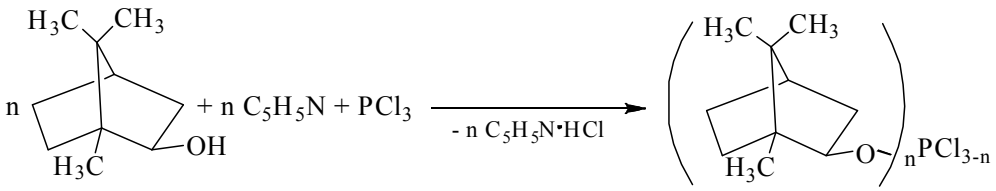


Фосфит (**1**) был получен нами также при переэтерификации диметилфосфита с изоборнеолом при температуре 120ºС. Окончание процесса контролировали по прекращению отгонки метилового спирта.



ИК-спектры и константы соединений, полученных этими двумя способами, оказались идентичными.

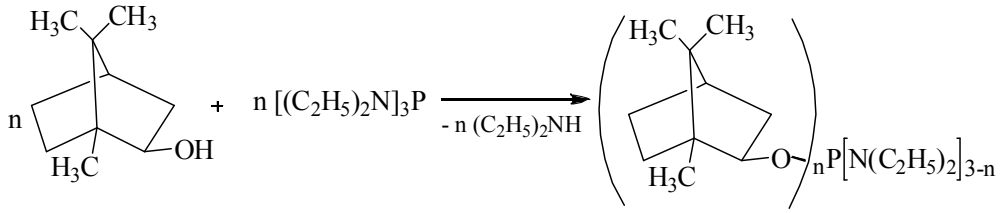
Для получения борнанил-2-хлорфосфитов реакцию изоборнеола с трихлоридом фосфора проводили в инертном органическом растворителе (абсолютный бензол) и в присутствии третичного основания (пиридин). Это позволило при мольных соотношениях 1:1 и 2:1 получить соответственно борнанил-2-дихлор- и ди(борнанил-2-)хлорфосфиты (**2а,б**) в виде густых маслообразных веществ. При мольном соотношении компонентов 3:1 был получен три(борнанил-2-)фосфит (**2в**).



2 а-в

n=1 (а), 2 (б), 3 (в).

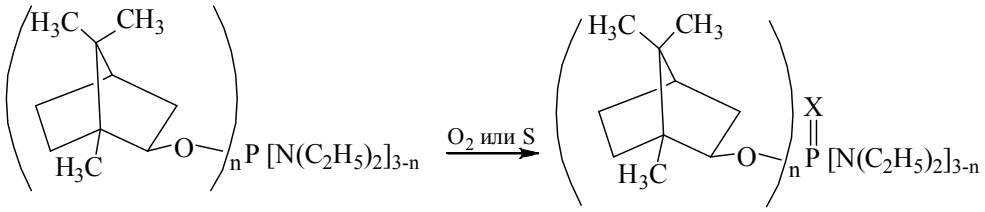
Амидофосфиты широко применяются для фосфорилирования спиртов. Достоинствами этого метода являются простота технологического процесса, минимальное количество побочных продуктов и легкость их отделения от целевых продуктов. Нами показано, что изоборнеол легко реагирует с гексаэтилтриамидофосфитом при нагревании до 50ºС. Изменяя мольное соотношение реагентов, мы получили диэтиламидоборнанил-2-фосфиты (**3а,б**) или средний фосфит (**2в**). Побочно образующийся диэтиламин легко отделяется перегонкой. Чистоту соединений (**2в, 3а,б**) контролировали методом тонкослойной хроматографии.



2в, 3 а,б

n=1 (а), 2 (б).

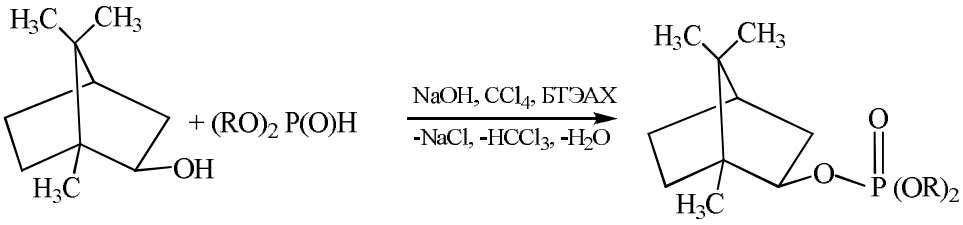
Состав полученных соединений подтверждали данными элементного анализа. Фосфиты (**2а-в, 3а,б**) дают качественную реакцию на наличие трехвалентного фосфора с хлоридом меди (I). Они представляют собой ценные промежуточные соединения фосфорорганического синтеза, на основе которых можно получить другие типы ФОС. В связи с этим нами было изучено взаимодействие фосфитов (**2в, 3а,б**) с такими электрофильными реагентами, как галогеноводороды, сера, кислород и бром. Оказалось, что они легко окисляются кислородом воздуха с образованием соответствующих борнанил-2-фосфатов (**4а-в**). Присоединение серы осуществляли в среде хлористого метилена при нагревании до 35–40°С. По мере протекания реакции наблюдалось уменьшение количества твердой фазы, а о завершении реакции свидетельствовала полная гомогенизация реакционной массы. Целевые борнанил-2-тиофосфаты (**4г-е**) очищали перегонкой в вакууме.



4 а-е

X=O, n=1 (а), 2 (б), 3 (в);
X=S, n=1 (г), 2 (д), 3 (е).

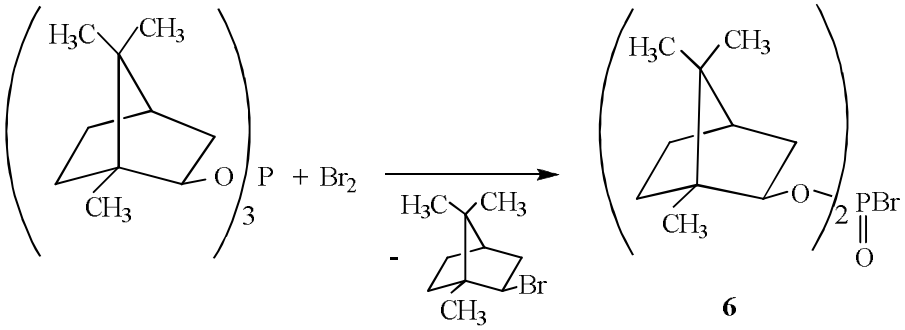
Для синтеза смешанных борнанил-2-фосфатов (**5а-в**) нами были использованы реакции изоборнеола с диалкилфосфитами в среде четыреххлористого углерода при действии 50 % раствора гидоксида натрия в присутствии бензилтриэтиламмоний хлорида по Тодду-Атертону [4].



5 а-в

R=CH_3 (а), C_2H_5 (б), C_3H_7 (в).

Средний фосфит (**2в**) при действии хлористого или бромистого водорода превращается в кислый фосфит (**1**), а брома – в бромди(борнанил-2-)фосфат (**6**).



6

Выходы и константы соединений (**1–6**) приведены в табл. 1, а спектральные характеристики – в экспериментальной части.

Таблица 1

Выходы, константы[а] и данные элементного анализа борнанил-2-фосфатов и тиофосфатов

№ соединения	Выход, %	d_4^{20}	n_D^{20}	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
				N	P		N	P
1[о]	85		1,4857	–	8,68	$C_{20}H_{35}O_3P$	–	8,73
2а[в]	67	1,1780	1,5006	–	12,00	$C_{10}H_{17}Cl_2OP$	–	12,13
2б[в]	59	1,0346	1,4856	–	8,12	$C_{20}H_{34}ClO_2P$	–	8,30
2в	64	1,0175	1,4785	–	6,62	$C_{30}H_{51}O_3P$	–	6,73
3а	81	–	–	8,44	9,33	$C_{18}H_{37}N_2OP$	8,53	9,43
3б	84	–	–	3,37	7,42	$C_{24}H_{44}NO_2P$	3,42	7,56
4а	97	1,0311	1,4951	8,02	9,05	$C_{18}H_{37}N_2O_2P$	8,13	8,99
4б	96	1,0701	1,5147	3,10	7,40	$C_{24}H_{44}NO_3P$	3,29	7,28
4в	98	1,1103	1,5287	–	5,99	$C_{30}H_{51}O_4P$	–	6,11
4г[г]	89	1,0502	1,5223	7,52	8,36	$C_{18}H_{37}N_2OPS$	7,77	8,59
4д[г]	95	1,0901	1,5372	3,10	7,13	$C_{24}H_{44}O_2NPS$	3,17	7,01
4е[г]	94	1,1205	1,5486	–	5,85	$C_{30}H_{51}O_3PS$	–	5,92
5а[б]	70	1,1108	1,4662	–	11,77	$C_{12}H_{23}O_4P$	–	11,81
5б[б]	65	1,0813	1,4655	–	10,58	$C_{14}H_{27}O_4P$	–	10,67
5в[б]	67	1,0485	1,4644	–	9,68	$C_{16}H_{31}O_4P$	–	9,81
6	83	1,2798	1,5229	–	6,99	$C_{20}H_{34}BrO_3P$	–	7,15

Примечание. [а]) Маслообразные вещества. [б]) Т. кип. °С (мм рт. ст.): 138–140 (13) (**1**), 140–142 (2) (**5а**), 126–128 (1) (**5б**), 163 (2) (**5в**). [в]) Найдено, %: Cl 27,56 (**2а**), 9,43 (**2б**). Вычислено, %: Cl 27,77 (**2а**), 9,50 (**2б**). [г]) Найдено, %: S 8,72 (**4г**), 7,05 (**4д**), 6,08(**4е**). Вычислено, %: S 8,89 (**4г**), 7,26 (**4д**), 6,13 (**4е**). [д]) Найдено, %: Br 18,51. Вычислено, %: Br 18,44.

С целью оценки биологической активности синтезированных органических соединений фосфора изучено влияние водных растворов фосфатов (**4в, 4е, 5а)** на энергию прорастания (ЭП) и лабораторную всхожесть (ЛВ) семян злаковых культур (табл. 2).

Таблица 2

Влияние фосфатов (4в, 4е, 5а) на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян ячменя сорта «Эльф» и пшеницы сорта «Московская 35»

Показатели, %	Культура	Концентрация, %	Вещество		
			4 в	**4е**	**5а**
ЭП	Ячмень сорта «Эльф»	0	84	58	75
		0,01	77	55	72
		0,005	86	65	73
		0,001	88	66	84
ЛВ		0	85	67	76
		0,01	78	60	73
		0,005	89	76	76
		0,001	90	77	88
ЭП	Пшеница сорта «Московская 35»	0	88	63	78
		0,01	76	57	76
		0,005	90	68	74
		0,001	92	70	83
ЛВ		0	87	69	70
		0,01	75	65	74
		0,005	91	72	79
		0,001	95	78	86

Выявлено, что стимулирующий эффект фосфатов (**4в, 4е, 5а)** наблюдается при проращивании семян в 0,001–0,005 %-х растворах по сравнению с контролем (вода), а в пробах с концентрацией 0,01 % наблюдалось подавление всхожести семян.

Экспериментальная часть

ИК-спектры были записаны на инфракрасном Фурье-спектрометре ФСМ 1202 в диапазоне 400–4000 см$^{-1}$, призмы – хлорид натрия или бромид калия, тонкий слой. Спектры ЯМР ^{31}P были сняты на приборе Bruker WP-80 (32,44 МГц), внешний стандарт – 85 %-ая фосфорная кислота.

Бис(борнан-2-ил)фосфит (1)

а) К раствору 4,6 г (0,03 моль) изоборнеола в 10 мл дихлорметана при охлаждении льдом в атмосфере азота прибавляли по каплям 1,4 г (0,01 моль) треххлористого фосфора, перемешивали при 25°C в течение 1 ч, удаляли в вакууме хлористый водород и растворитель, остаток перегнали и получили 2,5 г (71 %) целевого продукта (табл. 1). Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 0,94 с (3H, CH_3), 4,21 м (1H, ^{1}CH), 1,46 м (2H, $^{3}CH_2$), 1,88 м (2H, $^{4}CH_2$), 2,07 м (1H, ^{5}CH), 2,03 м (2 H, $^{6}CH_2$), 6,73 д (1 H, PH). ИК-спектр (υ, см$^{-1}$): 2420 (P–H), 1290 (P=O) и 1020–1060 (P–O–C).

б) Смесь 3,8 г (0,025 моль) изоборнеола и 1,4 г (0,012 моль) диметилфосфита нагревали при температуре 120°C в атмосфере азота до прекращения отгонки метанола. Перегонкой остатка в вакууме получили 2,5 г (60 %) целевого продукта.

в) Через 0,49 г трис(борнан-2-ил) фосфита при комнатной температуре пропустили сухой хлористый водород в течение 1 ч. Затем выдерживали в вакууме при температуре 100°C в течение 1 ч и перегонкой получили 0,3 г (85 %) целевого продукта.

Борнанил-2-дихлорфосфит (2а)

К раствору 4,6 г (0,03 моль) изоборнеола и 2,4 г (0,03 моль) пиридина в 50 мл абсолютного бензола в атмосфере азота при 0–5°C и интенсивном перемешивании прибавляли по каплям 4,2 г (0,03 моль) треххлористого фосфора. Затем выдерживали смесь при 50°C в течение 1 ч, отфильтровали осадок и перегонкой фильтрата получили 5,1 г (67 %) целевого продукта (табл. 1). Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 1,13 с (3H, CH_3), 6,39 м (1H, ^{1}CH), 1,49 м (2H, $^{3}CH_2$), 1,88 м (2H, $^{4}CH_2$), 2,09 м (1H, ^{5}CH), 2,54 м (2 H, $^{6}CH_2$). ИК-спектр (υ, см$^{-1}$): 550 (P–Cl), 1020–1060 (P–O–C).

Аналогично синтезировали фосфиты (**2б, в**) (табл. 1).

Бис(диэтиламидо)борнан-2-илфосфит (3а)

Раствор 1,54 г (0,01 моль) изоборнеола и 2,47 г (0,01 моль) гексаэтилтриамидофосфита в 10 мл абсолютного бензола в атмосфере азота нагревали при перемешивании и температуре 65–70°C в течение 1 ч. Затем отогнали растворитель и выделившийся диэтиламин. Перегонкой остатка получили 2,6 г (81 %) целевого продукта (табл. 1). Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 1,01 с (3H, CH_3), 4,98 м (1H, ^{1}CH), 1,49 м (2H, $^{3}CH_2$), 1,88 м (2H, $^{4}CH_2$), 2,09 м (1H, ^{5}CH), 2,20 м (2 H, $^{6}CH_2$), 1,01 т (6H,2 $\underline{CH_3}CH_2$, $^{3}J_{HH}$ 7,1), 3,05 м (4 H, $2CH_3\underline{CH_2}$).

Аналогично синтезировали фосфиты (**2в, 3б**) (табл. 1).

Трис(борнан-2-ил)фосфат (4в)

В круглодонную колбу, снабженную газоподводящей трубкой, загрузили 0,45 г (0,001 моль) трис(борнан-2-ил)фосфита и в течение 1 ч пропускали осушенный кислород. Выход трис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфата составил 0,5 г (98 %) (табл. 1). Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 0,94 с (3H, CH_3), 4,28 м (1H, ^{1}CH), 1,46 м (2H, $^3CH_2$), 1,88 м (2H, $^4CH_2$), 2,07 м (1H, ^{5}CH), 2,12 м (2 H, $^6CH_2$).

Аналогично синтезировали фосфаты (**4а,б**) (табл. 1).

Трис(борнан-2-ил)тиофосфат (4е)

К раствору 0,46 г (0,001 моль) трис(борнан-2-ил)фосфита в 5 мл хлористого метилена прибавили 0,03 г (0,001 моль) тонкоизмельченной серы и нагревали при 40°С до гомогенизации смеси. После фильтрации и отгонки растворителя получили 0,49 г (94 %) целевого фосфата в виде густого масла (табл. 1). Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 0,94 с (3H, CH_3), 4,28 м (1H, ^{1}CH), 1,46 м (2H, $^3CH_2$), 1,88 м (2H, $^4CH_2$), 2,07 м (1H, ^{5}CH), 2,12 м (2 H, $^6CH_2$).

Аналогично синтезировали фосфаты (**4г,д**) (табл. 1).

Диметил(борнан-2-ил)фосфат (5а)

Раствор 1,54 г (0,01 моль) изоборнеола и 1,1 г (0,01 моль) диметилфосфита, 10 мл четыреххлористого углерода, 1,0 г (0,01 моль) триэтиламина и 0,2 г бензилтриэтиламмоний хлорида нагревали при перемешивании и температуре 50–55°С в течение 1 ч. Затем отфильтровали осадок, фильтрат промыли 5 %-м раствором карбоната натрия, высушили безводным сульфатом натрия и перегнали. Выход целевого продукта – 1,8 г (70 %) (табл. 1). Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 0,94 с (3H, CH_3), 4,28 м (1H, ^{1}CH), 1,46 м (2H, $^3CH_2$), 1,88 м (2H, $^4CH_2$), 2,07 м (1H, ^{5}CH), 2,12 м (2 H, $^6CH_2$), 3,71 д (6 H, 2 CH_3O, $^3J_{HP}$ 12,0 Гц).

Аналогично синтезировали фосфаты (**5б, в**) (табл. 1).

Бромди(борнанил-2-)фосфат (6)

К 1,5 г (0,003 моль) фосфита (**4**) при охлаждении прибавили по каплям и перемешивании 0,48 г (0,003 моль) брома. Затем выдерживали смесь в течение 1 ч при температуре 50–60°С, отогнали 2-борнилбромид и получили 1,08 г (83 %) целевого продукта в виде густого масла. Найдено, %: Br 18,36, P 7,23. $C_{20}H_{34}BrO_3P$. Вычислено, %: Br 18,43, P 7,14. Спектр ЯМР ^{1}H (δ, м.д.): 0,81 с [6 H, $(CH_3)_2C$], 0,94 с (3H, CH_3), 4,31 м (1H, ^{1}CH), 1,46 м (2H, $^3CH_2$), 1,88 м (2H, $^4CH_2$), 2,07 м (1H, ^{5}CH), 2,27 м (2 H, $^6CH_2$), 3,71 д (6 H, 2 CH_3O, $^3J_{HP}$ 12,0 Гц).

Резюме. Разработаны условия О-фосфорилирования борнан-2-ола производными кислот фосфора (III), изучены химические свойства борнан-2-илфосфитов и биологическая активность борнанил-2-илфосфатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кормачев, В. В.* Препаративная химия фосфора / В. В. Кормачев, М. С. Федосеев. – Пермь : УрО РАН, 1992. – 576 с.

2. *Митрасов, Ю. Н.* Синтез и свойства три(борнанил-2-)бората / Ю. Н. Митрасов, А. В. Гаврилова // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. – 2010. – № 1 (65). – С. 31–35.

3. *Органикум* : в 2-х т. Т. 1 / Х. Беккер и др. – М. : Мир, 1992. – 487 с.

4. *Atherton, F. R.* The reaction of dialkylphosphites with polyhalogen compounds inpresence of bases / F. R.Atherton, H. T. Openshaw, R. R. Todd // J. Chem. Soc. – 1945. – N. 2. – P. 660–663.

УДК 631.22

ЗАВИСИМОСТЬ МОЩНОСТИ ПОТЕРЬ СВЧ-ЭНЕРГИИ ОТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

DEPENDENCE OF CAPACITY OF LOSS OF THE MICROWAVE FREGUENCY ENERGY ON INTENSITY OF ELECTRIC FIELD

А. Н. Пономарев, М. В. Белова

A. N. Ponomarev, M. V. Belova

ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. В статье решена научно-техническая задача – разработка установки, обеспечивающей эффективные теплообменные процессы для подавления жизнедеятельности вегетативных форм микроорганизмов в молоке за счет воздействия электрического поля высокой напряженности сверхвысокочастотного диапазона.

Abstract. The scientific and technical problem – working out of the appliance providing effective thermoexchange processes for suppression of ability to live of vegetative forms of microorganisms in milk due to influence of electric field of high tension of microwave frequency range is solved in the article.

Ключевые слова: *электромагнитное поле сверхвысокой частоты, резонатор, обеззараживание молока.*

Keywords: *electromagnetic field of microwave frequency, resonator, decontamination of milk.*

Актуальность исследуемой проблемы. Известно, что для стерилизации диэлектрических материалов используют мощные, дорогостоящие сверхвысокочастотные генераторы, требующие сложных систем контроля и управления. Поэтому для обеззараживания сельскохозяйственных продуктов этот способ не получил широкого распространения. В связи с этим актуальной научной задачей является разработка простой установки, без использования мощных генераторов, для сверхвысокочастотного обеззараживания молока непосредственно в процессе его пастеризации в фермерских хозяйствах, позволяющей снизить потери продукции и энергетические затраты.

Материал и методика исследований. Источниками СВЧ-энергии служили генераторы MW20МД, MW71ER, CE283GNR, H–MW1317, DL–63L 20S, работающие на частоте 2450 МГц с потребляемой мощностью 1,15…1,2 кВт. Измерение частоты электромагнитного поля проводили электронно-счетным частотомером BK1856D. Контроль биологически опасных электромагнитных излучений (напряженность и плотность потока энергии) около СВЧ-установки осуществляли с помощью измерителя электромагнитных излучений ПЗ-31 (до 40000 МГц, 615 В/м) в испытательной лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашия». Контроль напряженности электрического поля осуществляли также с помощью прибора, основан-

ного на принципе свечения газа, интенсивность которого в баллончике при данной частоте прямо пропорциональна напряженности электрического поля. Скорость перекачивания молока, следовательно, продолжительность воздействия электромагнитное поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), регулировали мощностью насоса НЦ65А от 30 до 65 Вт. Расход молока определяли с помощью антимагнитного счетчика СГВ-15 «Бетар». Жирность, плотность, содержание белка, содержание общего молочного остатка определяли с помощью анализатора молока «Клевер-2». Содержание соматических клеток в молоке определяли с помощью прибора ИСКМ-1, кислотность молока – с помощью прибора Нитрон-рН. Микробиологические исследования опытных образцов молока проводили согласно ГОСТ 9225-84 в ГУ «Чувашская республиканская ветеринарная лаборатория» Госветслужбы Чувашии. Установку для обеззараживания молока подсоединяли с помощью молокопровода к пластинчатой пастеризационно-охладительной установке: в первом варианте – между секциями рекуперации тепла, а во втором – после секции пастеризации.

Результаты исследований и их обсуждение. На рис. 1 представлена схема технологического процесса сверхвысокочастотного обеззараживания молока в двухмодульной установке.

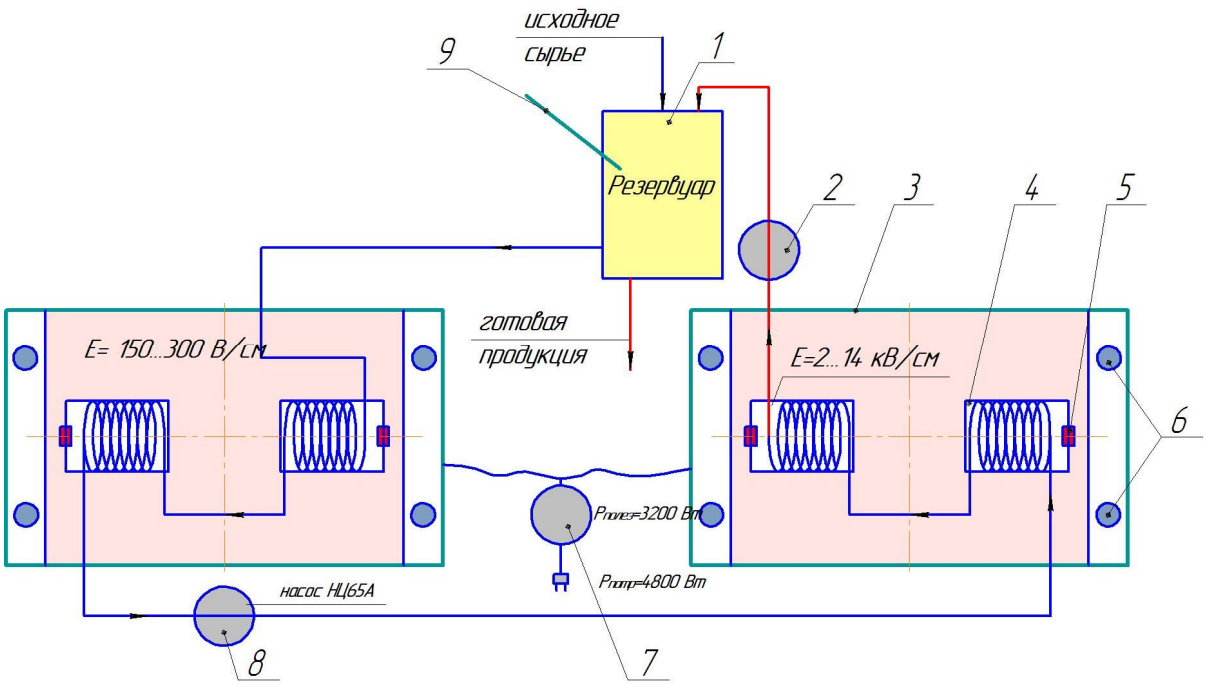


Рис. 1. ***Схема технологического процесса сверхвысокочастотного обеззараживания молока в двухмодульной установке с четырьмя резонаторами: 1 – резервуар; 2 – счетчик молока; 3 – блок СВЧ-генераторов; 4 – резонаторная камера; 5 – излучатель; 6 – регулятор мощности и таймер; 7 – ваттметр; 8 – центробежный насос; 9 – датчик температуры***

Оценка поглощающей способности образца-молока объемом 100 см^3 и потери энергии за счет теплопередачи окружающему воздуху и теплового излучения показывает, что суммарные потери энергии на много меньше подводимой к образцу СВЧ-энергии (рис. 2).

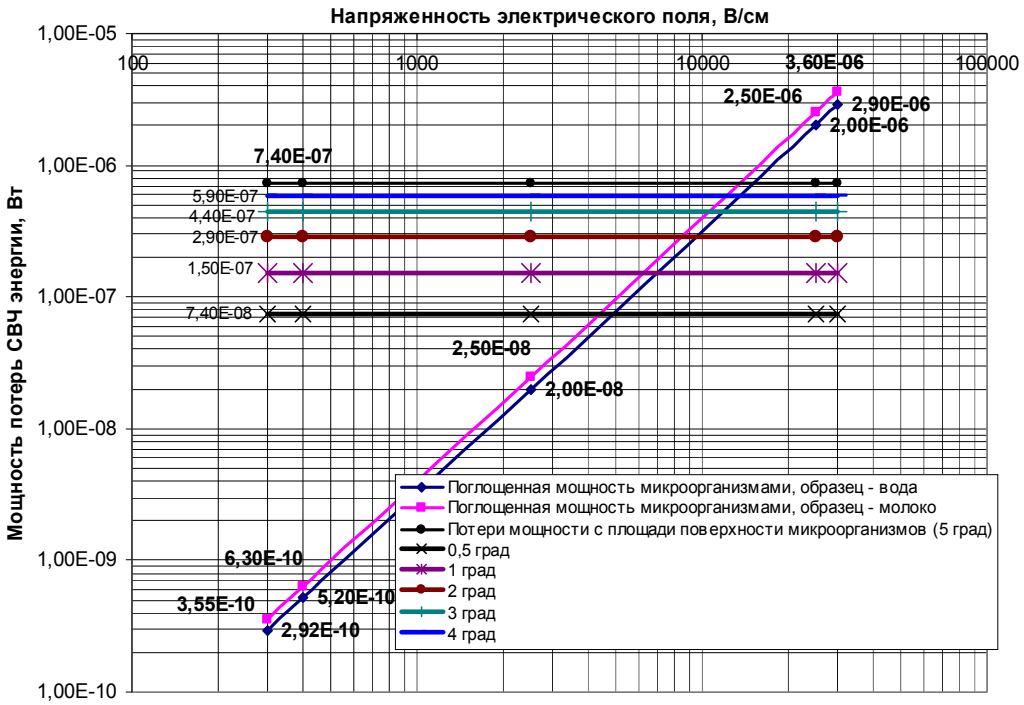


Рис. 2. ***Изменение объемной плотности мощности потерь СВЧ-энергии в зависимости от напряженности электрического поля: 1) образец – вода; 2) образец – молоко; 3) потери энергии за счет теплопередачи и теплового излучения с площади образца – молока, равной 120 см^2; объем образца 93,5 …100 см^3***

Однако в электрическом поле при напряженности 150…300 В/см не происходит губительный нагрев одиночных микроорганизмов [1]. Для обеспечения существенного нагрева микроорганизмов в электрическом поле СВЧ-диапазона необходимо повысить его напряженность не менее десяти раз. Такая напряженность электрического поля для микроорганизмов позволяет добиться примерного равенства между поглощаемой и отдаваемой за счет теплопередачи и теплового излучения энергии, т. е. в таком электрическом поле становится возможным сильный нагрев микроорганизмов. Это возможно только при напряженности электрического поля в пределах 5…14 кВ/м, если превышение температуры в молоке составляет 0,5…4 ^{o}С (рис. 3).

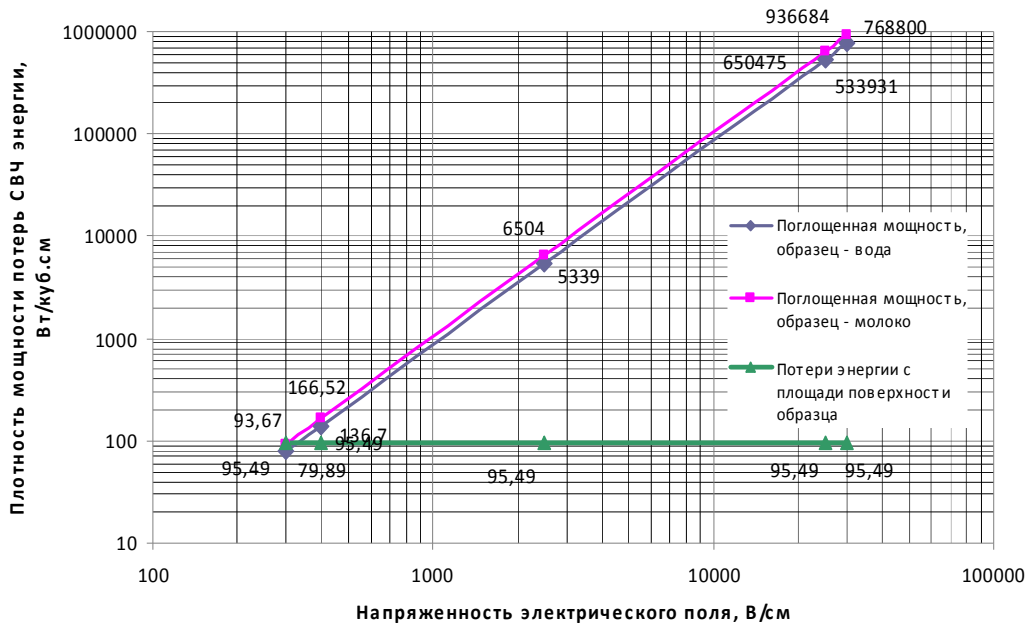


Рис. 3. ***Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряженности электрического поля: 1) поглощенная мощность микроорганизмами, образец – вода; 2) поглощенная мощность микроорганизмами, образец – молоко; 3) мощность потерь энергии с площади поверхности микроорганизмов при разных превышениях температуры (сторона куба-образца 1,56·10^{-4} см, объем микроорганизма 3,8·10^{-12} см^{3}, площадь поверхности 14,6·10^{-8} см^{2})***

Резюме. Обоснован комплекс конструктивно-технологических параметров на основе разработанного алгоритма с программным решением и аналитических зависимостей, позволяющий реализовать эффективный режим обеззараживания молока в СВЧ-установке, состоящей из двух модулей в соответствующем экранном корпусе, и обеспечивающий снижение энергетических затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пат.* 2161505 Российская Федерация. Способ стерилизации материалов при помощи СВЧ-излучения с высокой напряженностью поля и устройство для реализации способа [Текст] / Корчагин Ю. В. ; заявитель и патентообладатель Корчагин Ю. В. – № 99114320/13 ; заявл. 06.07.1999 ; опубл. 10.01.2001. – 13 с.

УДК 631.22

УСТАНОВКА ДЛЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ МОЛОКА

THE APPLIANCE MICROWAVE FREQUENCY DECONTAMINATION OF MILK

А. Н. Пономарев, Г. В. Новикова

A. N. Ponomarev, G. V. Novikova

ФГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. С целью увеличения напряженности электрического поля рабочие камеры сверхвысокочастотной (СВЧ) установки для обеззараживания молока выполнены в виде цилиндрических резонаторов малого объема, содержащих внутри гибкий диэлектрический молокопровод. Высокая напряженность электрического поля позволяет добиться равенства между поглощаемой и отдаваемой за счет теплопередачи энергией, что вызывает сильный нагрев микроорганизмов. Благодаря циклическому воздействию электромагнитного поля высокой напряженности СВЧ-диапазона происходит подавление жизнедеятельности микроорганизмов, т. е. обеззараживание молока.

Abstract. Working chambers of microwave frequency appliance for decontamination of milk made in the form of cylindrical resonators of small volume, containing inside flexible dielectric milk pipe line to increase the intensity of electric field. High tension of the electric field allows to achieve equality between absorbed and given at the expense of energy heat transfer that causes strong heating of microorganisms. Owing to the cyclic influence the electromagnetic field of microwave frequency high tension suppression of vital functions of microorganisms, i. e. milk disinfecting, takes place.

Ключевые слова: *электромагнитное поле сверхвысокой частоты, резонатор, обеззараживание молока.*

Keywords: *an electromagnetic field of microwave frequency, resonator, decontamination of milk.*

Актуальность исследуемой проблемы. В 2010 г. объем производства молока в хозяйствах Российской Федерации составил 11173,5 тыс. тонн, а в Чувашской Республике – 494,9 тыс. тонн. Причем из них 4...6 % содержит общее микробное число выше 1 млн КОЕ/г, когда использование традиционной технологии пастеризации молока в пластинчатых теплообменниках без дополнительного воздействия физических факторов становится неэффективным. В связи с этим актуальной научной задачей является разработка установки для сверхвысокочастотного обеззараживания молока, позволяющей снизить потери продукции и энергетические затраты непосредственно в процессе его пастеризации в фермерских хозяйствах [2].

Научную новизну работы представляют:

1. Алгоритм расчета с программным решением и аналитические зависимости для обоснования и реализации эффективных режимов установки с резонаторными камерами, обеспечивающими высокую напряженность электрического поля СВЧ-диапазона, позволяющую обеззараживать молоко в процессе циклического воздействия при сниженных энергетических затратах;

2. Разработанная, изготовленная и испытанная в производственных условиях установка для СВЧ-обеззараживания молока, рабочие режимы и комплекс ее конструктивно-технологических параметров.

Материал и методика исследований. Методика согласования конструктивно-технологических параметров установки для СВЧ-обеззараживания молока следующая:

1. Вычисляем коэффициент затухания и глубину проникновения электромагнитного излучения (ЭМИ), зная диэлектрические параметры молока и длину волны, позволяющую определить внутренний радиус диэлектрического молокопровода и вычислить объем нагреваемого образца в резонаторе.

2. Определяем объемную плотность мощности потерь СВЧ-энергии в образце-молоке при разной напряженности электрического поля.

3. Оцениваем потери энергии за счет теплопередачи с поверхности образца молока и теплового излучения.

4. Вычисляем мощность, поглощаемую микроорганизмом при разных напряженностях электрического поля (с учетом размера микроорганизма, представляющего собой куб, размер стороны которого равен $1{,}56 \times 10^{-4}$ см).

5. Вычисляем мощность, теряемую микроорганизмом за счет теплопередачи молекулам воздуха при определенном превышении температуры нагрева.

6. Вычисляем напряженность электрического поля, при которой происходит выравнивание мощности, поглощенной микроорганизмом и теряемой за счет теплопередачи с его поверхности. Для надежной работы СВЧ-установки напряженность электрического поля должна быть меньше половины пробивной напряженности воздуха, т. е. меньше 15 кВ/см. С целью обеспечения такой напряженности электрического поля следует проектировать резонатор с определенной добротностью и малым объемом.

7. Вычисляем объем резонатора при известной его добротности и высокой напряженности электрического поля. Геометрические размеры проектируемого цилиндрического резонатора следует согласовать с длиной волны, т. е. длина цилиндра должна быть равной кратности четверть длины волны. С другой стороны, объем резонатора является критерием для размещения в нем определенной длины диэлектрического молокопровода.

8. Проектируем двухмодульную СВЧ-установку из четырех генераторов с резонаторами малой емкости, в каждом из которых молоко нагревается на 4 °С, при напряженности электрического поля 14,76 кВ/см. При этом удельная мощность генератора составляет 8 Вт/г, потребляемая мощность установки – 4,8 кВт. С учетом продолжительности перекачивания молока с одного модуля на другой вычисляем реальную производительность СВЧ-установки.

Выбираем генератор, имеющий высокий коэффициент полезного действия (0,7…0,9), высокую выходную мощность в непрерывном режиме (0,8 кВт), простую и надежную конструкцию, большой срок службы (2…5 тыс. ч.) и эффективно работающий при переменной нагрузке.

Используя формулу, представленную В. Ф. Соколовым [1], оцениваем влияние превышения температуры эндогенного нагрева на степень снижения общего микробного числа (ОМЧ) в молоке с учетом производительности установки, объема загрузки резонатора и скорости нагрева продукта с определенными физико-механическими (плотностью, теплоемкостью) и электрическими (диэлектрической проницаемостью и тангенсом угла диэлектрических потерь) параметрами молока для снижения в нем ОМЧ до допустимого уровня.

Результаты исследований и их обсуждение. Проектируемая электродинамическая система СВЧ-установки**,** т. е. рабочая камера, в которой происходит воздействие ЭМП на молоко, является резонаторной. В качестве объемного резонатора мы использовали замкнутый с обоих концов волновод с круглым поперечным сечением, длиной, равной целому числу полуволн. Основные задачи при расчете и конструировании рабочих камер состоят в согласовании рабочей полосы частот резонатора и генератора и равномерном нагреве молока. Объем камер должен быть достаточно большим для обработки значительного количества молока и полного использования мощности СВЧ-генератора. Исследования показывают, что если резонатор максимально заполнить молоком, имеющим высокое значение диэлектрической проницаемости (64…60) и тангенса угла диэлектрических потерь (0,22…0,16), то резко падает нагруженная добротность резонатора и легче согласовать ввод энергии, обеспечивающей полную передачу СВЧ-энергии от генератора в объем молока. Для материала круглого поперечного сечения (молоко в диэлектрическом молокопроводе), где диаметр поперечного сечения (0,8…1,0 см) соизмерим с рабочей длиной волны (более $0{,}1 \cdot \lambda = 1{,}224$ см), особенно когда диэлектрическая проницаемость молока велика, нагрев по сечению может быть неравномерным. Поэтому рекомендуется располагать молокопровод спирально вдоль боковой поверхности резонатора.

Для обеспечения высокой напряженности электрического поля объем резонатора должен составлять 2000 см^3. Увеличивая качество и уменьшая емкость резонатора, можно повысить напряженность электрического поля СВЧ-диапазона до 4…14 кВ/см. Для обеззараживания молока при эффективной удельной мощности 6…10 Вт/г внутренний объем гибкого диэлектрического молокопровода в резонаторе должен быть не менее 100 см^3, а внутренний радиус меньше глубины затухания ЭМИ в 2,73 раза. Толщина стенок молокопровода должна обеспечивать необходимую электрическую прочность. Чем длиннее молокопровод в резонаторе при сохранении объема молока, тем легче регулируется продолжительность воздействия ЭМП СВЧ изменением мощности перекачивающего насоса.

Техническая новизна конструктивного исполнения установки для сверхвысокочастотного обеззараживания молока состоит в том, что с целью увеличения напряженности электрического поля рабочие камеры выполнены в виде цилиндрических резонаторов малого объема, содержащих внутри гибкий диэлектрический молокопровод. Цилиндрические резонаторные камеры расположены под общим экранным корпусом, образуя отдельные модули. Причем молокопроводы, соединенные между собой за пределами модулей, образуют замкнутый круг через

центробежный насос и резервуар.

Обеззараживание молока осуществляли следующим образом. СВЧ-установку с производительностью 100…240 кг/ч согласовали с производительностью технологической линии пастеризационно-охладительной установки через дополнительный резервуар-накопитель. Молоко с температурой 70…75 ^{o}C после секции пастеризации пластинчатого теплообменного аппарата заливали в резервуар-накопитель, откуда с помощью насоса перекачивали по молокопроводу через четыре резонаторные камеры (рис. 1). При этом превышение температуры в молоке составило 16 ^{o}C, что позволило снизить общее микробное число в нем до двух раз. Полезная мощность СВЧ-установки составляет 3200 Вт, напряженность электрического поля внутри резонатора – 14 кВ/см.

Рис. 1. ***Установка для сверхвысокочастотного обеззараживания молока в линии пластинчатого теплообменного аппарата в процессе производственного испытания в ФГУП УОХ «Приволжское» Чебоксарского района Чувашской Республики***

Резюме. Разработанная нами методика обеззараживания молока в линии, содержащей пастеризационно-охладительный аппарат и двухмодульную СВЧ-установку с четырьмя резонаторными камерами, обеспечивает высокую напряженность электрического поля для губительного нагрева микроорганизмов.

Обоснован комплекс конструктивно-технологических параметров на основе разработанного алгоритма с программным решением и аналитических зависимостей, позволяющий в СВЧ-установке, состоящей из двух модулей в соответствующем экранном корпусе, реализовать эффективный режим обеззараживания молока со снижением энергетических затрат.

Выявлено, что дополнительные цилиндрические резонаторы, установленные в каждом модуле, содержащем по два источника энергии, обеспечивают напряженность электрического поля 4…14 кВ/см при объеме 2 л и глубине, равной длине волны 12,24 см.

При перекачивании молока с помощью циркуляционного насоса мощностью 30…65 Вт через диэлектрический молокопровод внутренним диаметром 0,8…1,0 см, длиной 10 м, уложенный в четыре объемных резонатора, происходит его эндогенный нагрев со скоростью 1…1,2 ^{o}С/с.

Установлено, что при циклическом воздействии электромагнитного поля с частотой 2450 МГц и напряженностью 2…14 кВ/см, полезной мощностью источников энергии 3,2 кВт, обеспечивающих производительность установки 100…240 кг/ч, происходит снижение общего микробного числа в молоке в 1,76…2 раза, если повышение температуры эндогенного нагрева молока произойдет с 75 до 91 ^{o}С после секции пастеризации или с 45 до 61 ^{o}С – между двумя секциями рекуперации теплообменника.

В результате испытания в производственных условиях разработанного и изготовленного опытного образца СВЧ-установки с потребляемой мощностью 4,835 кВт выявлено сокращение удельных энергетических затрат на обеззараживание молока с 0,121 до 0,048 кВт·ч/кг.

Экономический эффект от применения СВЧ-установки для обеззараживания молока в линии пастеризационно-охладительной установки составляет 42275 руб./год, что рентабельно при объеме выпускаемой продукции свыше 9800 кг/месяц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рубцов, П. А.* Применение электрической энергии в сельском хозяйстве. / П. А. Рубцов, П. А. Осетров, С. П. Бондаренко. – М. : Колос, 1971. – 524 с.

2. *Пат.* 2161505 Российская Федерация. Способ стерилизации материалов при помощи СВЧ-излучения с высокой напряженностью поля и устройство для реализации способа [Текст] / Корчагин Ю. В. ; заявитель и патентообладатель Корчагин Ю. В. – № 99114320/13 ; заявл. 06.07.1999 ; опубл. 10.01.2001. – 13 с.

УДК 612

СПЕЦИФИЧНОСТЬ АНТРОПОМЕТРИИ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПЕРВОКУРСНИЦ ПРИ НАЗНАЧЕНИИ БИОПРЕПАРАТА «СЕЛЕНЕС+»

SPECIFICS OF ANTHROPOMETRY AND CARDIO-VASCULAR SYSTEM OF THE FIRST-YEAR STUDENTS OF BIOLOGICAL PREPARATION «SELENES+»

Т. А. Привалова, О. П. Борцова, С. Г. Табаков, А. В. Панихина

T. A. Privalova, O. P. Bortzova, S. G. Tabakov, A. V. Panikhina

ГОУ ВПО « Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Выявлено корригирующее воздействие биопрепарата «Селенес+» на рост тела и состояние сердечно-сосудистой системы у студенток 1 курса.

Abstract. The remedial influence of the biological preparation «SELENES+» on the body growth and the state of cardio-vascular system of the first-year students has beer revealed.

Ключевые слова: *студентки-первокурсницы, «Селенес+», антропометрия, сердечно-сосудистая система, адаптация.*

Keywords: *first-year students*, *«Selenes+», anthropometry, cardio-vascular system, adaptation.*

Актуальность исследуемой проблемы. Начальный период обучения в вузе, наряду с различными факторами новой социально-бытовой среды, предъявляет повышенные требования к организму студентов, приводя к снижению его адаптационного потенциала [2].

Физиологические исследования свидетельствуют о том, что учебная деятельность сопровождается выраженным напряжением работы сердечно-сосудистой системы. Установлено, что у 60–70 % студенческой молодежи наблюдаются множественные нарушения функционального состояния организма [3], [4].

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) рассматривается как результат активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающих поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза. Анализ ВСР является адекватным методом оценки физиологического статуса организма [1].

В связи с вышеизложенным целью нашей работы является изучение антропометрических данных и функциональных особенностей сердечно-сосудистой системы у студенток 1 курса в условиях применения биогенного соединения «Селенес+».

Материал и методика исследований. Проведена серия экспериментов и лабораторных исследований с участием 20 здоровых студенток-первокурсниц факультета естествознания и дизайна среды ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» в течение 1 и 2 учебных семестров (по 10 человек в каждой группе). Девушкам опытной группы (II) за 1 месяц до начала экзаменационных сессий назначали «Селенес+» по 1 драже ежедневно согласно рекомендациям Минздравсоцразвития РФ, студенткам контрольной группы (I) биопрепарат не применяли. У студенток сравниваемых групп в начале (сентябрь, февраль), конце (декабрь, май) теоретического обучения и в период зимней и летней экзаменационных сессий (январь, июнь) изучали показатели антропометрии (рост, масса тела, индекс Кетле), сердечно-сосудистой системы (ССС) – систолическое (САД), диастолическое (ДАД) артериальное давление, частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолический объем крови (СОК), коэффициент выносливости (КВ).

Адаптационные возможности организма определяли по состоянию контуров регуляции системы кровообращения, которые выявлялись путем анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) с помощью программно-аппаратного комплекса «Варикард 2.51» [4]. Интегральную оценку ВСР проводили по показателю активности регуляторных систем (ПАРС). Он вычисляется в баллах по специальному алгоритму, заложенному в программу компьютерной обработки продолжительности кардиоинтервалов.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что рост исследуемых студенток увеличивался по мере их взросления от 165,45±1,90 – 166,30±2,47 до 165,60±2,03 – 166,55±2,36 см без достоверной разницы в межгрупповом сопоставлении. Изменения массы тела у первокурсниц сравниваемых групп носили волнообразный характер, ее показатели в течение семестра варьировались от 52,16±2,82– 54,74±3,80 до 52,16±2,63 – 55,35±3,63 кг (P>0,05).

Значения индекса Кетле, характеризующего физиологическую избыточность или недостаточность массы тела, колебались в пределах физиологической нормы (19,01±0,81 – 19,90±0,99 у. е.) для девушек 17–20 лет (P>0,05).

Параметры сердечно-сосудистой системы у студенток сравниваемых групп нарастали в течение 1 семестра, достигая наибольших значений в его конце. Так, значения САД и ДАД увеличивались в I и II группах соответственно от 111,00±6,23 – 115,00±5,14 и 66,70±3,75 – 67,10±2,76 в начале теоретического обучения до 124,40±4,71 – 128,60±7,16 и 73,20±1,79 – 76,80±4,66 мм рт. ст. в период зимней сессии. ЧСС студенток имела тенденцию к росту от 76,70±2,10 – 86,00±1,68 в сентябре до 88,60±1,93 – 94,70±1,12 уд./мин в январе с достоверной межгрупповой разницей в конце семестра.

Анализ изменения значений СОК, характеризующих количество выбрасываемой желудочками крови за период одной систолы, показал, что у исследуемых первокурсниц они уменьшались от начала к концу теоретического обучения (23,32±3,31 – 29,49±1,99 против 22,03±2,56 – 24,61±2,17 мл; P>0,05) с последующим увеличением в январе (25,38±3,17 – 30,78±2,68 мл; P>0,05). Выявлено, что показатели СОК у контрольных студенток в течение 1 семестра были выше по сравнению с таковыми у их сверстниц, принимавших биопрепарат, что указывает на более напряженную деятельность ССС организма первых.

При изучении колебаний значений КВ у первокурсниц обнаружена тенденция волнообразного их повышения от 1,92±0,21 – 2,15±0,24 в сентябре до 1,98±0,16 – 2,07±0,12 у. е. в январе (P>0,05).

При анализе динамики ПАРС выявлено уменьшение доли девушек с удовлетворительным уровнем адаптации (физиологическая норма) и увеличение – с донозологическим и преморбидным состоянием (напряжение и перенапряжение регуляторных систем организма) от начала первого семестра к его концу (рис. 1).

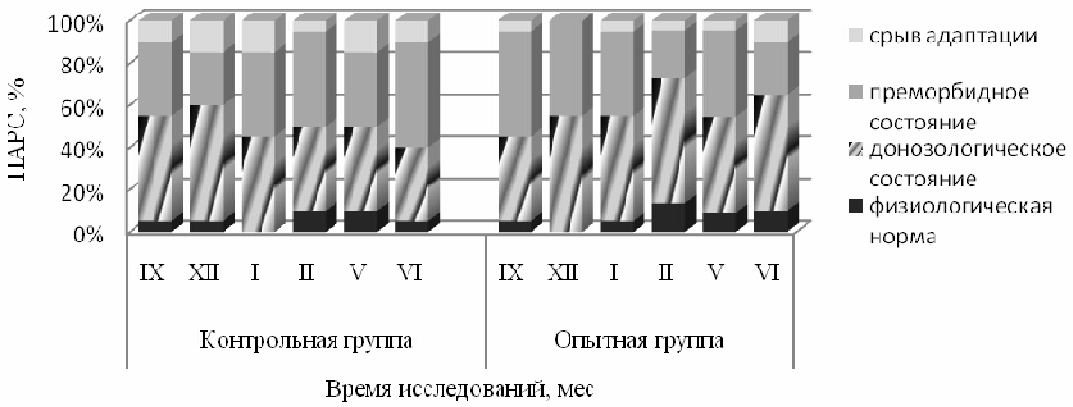


Рис. 1. Состояние контуров сердечного ритма у исследуемых студенток

Во 2 учебном семестре рост студенток сравниваемых групп продолжал увеличиваться в возрастном аспекте от 165,65±1,88 – 166,65±2,32 до 167,00±2,43 – 167,05±2,35 см. Масса тела у девушек волнообразно менялась в течение периода наблюдений от 52,70±2,32 – 55,50±3,58 до 55,40±3,03 – 55,55±1,63 кг (P>0,05).

Значения ИК у исследуемых первокурсниц менялись от начала экспериментов к их концу в пределах 19,19±0,70 – 19,93±0,94 у. е. (P>0,05).

Параметры артериального давления в течение 2 семестра повышались от 111,40±2,46 – 124,00±2,63 до 120,90±3,83 – 126,50±3,32 уд./мин (САД) и от 66,10±2,20 – 67,30±2,67 до 69,70±2,09 – 74,00±3,07 уд./мин (ДАД) в контрольной и опытной группах соответственно, причем разница значений САД в феврале и июне у контрольных девушек оказалась достоверной. Значения ЧСС исследуемых студенток в конце теоретического обучения также оказались выше по сравнению с его началом. Этот показатель у первокурсниц из I и II групп повышался от 81,30±1,72 – 85,60±2,78 до 97,50±2,11 – 91,30±1,60 уд./мин с достоверной разницей в контрольной группе.

Выявлено, что у наблюдаемой студенческой молодежи в ходе экспериментов значения СОК зигзагообразно менялись, снижаясь от 22,15±3,37 – 31,18±3,26 (февраль) до 21,72±3,00 – 29,04±2,71 мл (май) с тенденцией к повышению в период летней экзаменационной сессии (24,55±3,24 – 31,97±3,12 мл; P>0,05).

Иная закономерность обнаружена в динамике значений КВ, которые у исследуемых студенток в течение 2 семестра были, напротив, меньшими у контрольных девушек (1,78±0,15–1,99±0,14) и большими – у студенток, принимавших селеносодержащий биопрепарат (2,13±0,41–2,48±0,38 у. е.), что свидетельствует об усиленной работе ССС первых.

Анализ ВСР студенток показал, что процентное соотношение девушек с различным уровнем адаптации по шкале ПАРС в обеих группах к концу учебного семестра сдвинулось в сторону большего напряжения регуляторных систем. Однако среди студенток, принимавших биопрепарат, наблюдалось превосходство по числу человек с состоянием физиологической нормы.

Резюме. Особенности динамики антропометрических и гемодинамических параметров у студенток-первокурсниц обусловлены их взрослением во взаимосвязи с назначением органического соединения «Селенес+». Экспериментально доказано стабилизирующее влияние данного биопрепарата на состояние сердечно-сосудистой системы студенток в период адаптации к условиям обучения в вузе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баевский, Р. М.* Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108.

2. *Комарова, И. А.* Коррекция уровня психоэмоционального стресса у студентов во время учебного процесса : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 03.00.13 / И. А. Комарова. – Курган, 2009. – 23 с.

3. *Семенов, Ю. Н.* Сравнительное исследование вариабельности сердечного ритма у обследуемых различного пола и возраста и разработка эффективных методов : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Ю. Н. Семенов. – М., 2009. – 47 с.

4. *Щепин, О. П.* Медико-демографические проблемы в Российской Федерации / О. П. Щепин, Е. А. Тишук // Вестник РАМН. – 2005. – № 9. – С. 3–6.

УДК 612.823:598.816

ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ В ЦИТОАРХИТЕКТОНИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛЯ HYPERPALLIUM DENSOCELLULARE КОНЕЧНОГО МОЗГА ПТИЦ

SEXUAL DIMORPHISM IN CYTOARHITEKTONICAL STRUCTURE OF THE HYPERPALLIUM DENSOCELLULARE FIELD OF THE BIRDS' TELENCEPHALON

А. С. Роштова, Н. М. Табакова, С. Г. Григорьев

A. S. Roshtova, N. M. Tabakova, S. G. Grigoryev

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева» г. Чебоксары

Аннотация. Рассмотрена неоднородность клеточного состава конечного мозга у исследованных птиц в зависимости от половой принадлежности. Если у самок отмечены относительно большая плотность распределения нейронов, глии и одновременно меньшая площадь одиночных нейронов, нейроглиальных комплексов, то у самцов, наоборот, – меньшая плотность распределения нейронов, глии и большая площадь одиночных нейронов, нейроглиальных комплексов.

Abstract. Heterogeneity of the cellular structure of a telencephalon of the investigated birds was studied depending on their sex. If females were noted for relatively greater density of neurons, and glia neuroglia complexes, males, on the contrary, were noted for smaller density of neurons and glia distributions and the big area of single neurons, neuroglia complexes.

Ключевые слова: *конечный мозг, плотность распределения, сома, морфотип, нейрон, глия, нейроглиальный комплекс.*

Keywords: *telencephalon, density of distribution, soma, a morphotype, neuron, a glia, a neuroglia complex.*

Актуальность исследуемой проблемы. Hyperpallium densocellulare (Hd) входят в состав Wulst-формации, которая является высшим интегративным центром обработки информации у птиц. Функция Wulst состоит в зрительном контроле двигательных реакций на экстероцептивные, проприоцептивные и самотосенсорные раздражители [2]. В настоящее время имеется большое количество работ, посвященных исследованию функциональных связей и значению отделов конечного мозга птиц [3], [4], [5], [6], однако их цитоархитектоника изучена крайне мало.

Следовательно, изучение количественно-качественного состава основных структурных элементов поля Hyperpallium densocellulare конечного мозга птиц является актуальным.

В этой связи целью работы явилось исследование особенностей цитоархитектоники поля Hyperpallium densocellulare конечного мозга перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой.

Материал и методика исследований. Проводили исследования 30 экземпляров конечного мозга 3 видов птиц: отряд Стрижеобразные (*Apodiformes*), семейство Настоящие стрижи *(Apodidae),* вид Черный стриж (*Apus apus);* отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*), семейство Ласточковые (*Hirundinidae),* вид Береговая ласточка (*Riparia*

riparia); отряд Курообразные (*Galliformes*); семейство Фазановые *(Phasianidae),* вид Перепел обыкновенный (*Coturnix coturnix)*. Для изучения особенностей цитоархитектоники конечного мозга использовали по 5 экземпляров самцов и самок каждого вида птиц.

Гистологические исследования мозга птиц проводились после декапитации, которая осуществлялась в лабораторных условиях. Мозг птиц фиксировали в 76 %-м этиловом спирте с последующей обработкой по стандартной методике Ниссля [1]. Фотографирование микропрепаратов производили с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» с переходником «Carl Zeiss» и микроскопа «Микмед-2». Для сравнительного анализа были выбраны следующие параметры: общая плотность распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов; площадь нейронов и нейроглиальных комплексов; разнообразие классов нейронов.

Определение площади нейронов и нейроглиальных комплексов проводили с использованием программы «Sigma Scan Pro 5.0».

Результаты исследований и их обсуждение. При изучении поля Hd выявлено, что у самцов и самок птиц с маневренным типом полета общая плотность распределения нейронов больше, чем у птиц с прерывистым типом полета: стриж черный– 2718,06±286,98 против 3222,22±286,98 кл./мм^2; ласточка береговая – 2898,15±261,58 против 3851,85±419,74; перепел обыкновенный – 1559,57±50,00 против 1736,88±51,03 кл./мм^2.

Необходимо отметить, что в поле Hd у самок всех изучаемых птиц отмечены достоверное превалирование значения общей плотности распределения нейронов по сравнению с самцами ($P<0,01$).

При исследовании качественного состава нейронов у самцов изученных птиц выявлено, что доля веретеновидных, пирамидных и звездчатых клеток от общей плотности распределения нейронов поля Hd конечного мозга составила соответственно 45,39, 41,98 и 12,63 % у перепела обыкновенного; 62,09, 27,34 и 10,57 % – у стрижа черного; 56,07, 28,43 и 15,50 % – у ласточки береговой.

Аналогичная тенденция выявлена у самок исследованных видов. Так, у них в поле Hd стриатума доли веретеновидных, пирамидных и звездчатых нейронов от общей плотности распределения нейронов составили соответственно 42,67, 40,52 и 16,81 % у перепела обыкновенного; 66,09, 25,57 и 8,33 % – у стрижа черного; 54,57, 24,76 и 20,67 % – у ласточки береговой. Достоверные межполовые различия выявлены по плотности распределения веретеновидных нейронов у перепела обыкновенного и ласточки береговой ($P<0,01$, 0,05), по пирамидным – перепела обыкновенного и стрижа черного ($P<0,01$, 0,05), по звездчатым нейронам – перепела обыкновенного ($P<0,01$). Необходимо отметить, что максимальная плотность распределения звездчатых нейронов обнаружена у ласточки береговой (маневренный тип полета).

В результате исследования поля Hd выявлено большее разнообразие классов нейронов у самцов и самок ласточки береговой (соответственно 10–11 и 9–12) по сравнению с другими изученными птицами.

В поле Hd у самцов и самок превалировали типичные веретена, доля которых от общей плотности распределения веретеновидных клеток составила 98,82 и 89,40 % у перепела обыкновенного; 92,15 и 87,95 % – у стрижа черного; 85,54 и 82,11 % – у ласточки береговой. Остальную долю от общей плотности распределения веретеновидных нейронов составил класс смещенных веретен.

При исследовании плотности распределения пирамидных нейронов в поле Hd установлено, что плотность распределения классов мезоморфных нейронов у самцов птиц с маневренным типом полета (стриж черный и ласточка береговая) преобладает над тако-

выми самок на 24,49 и 18,52 кл./мм^2. У перепела обыкновенного (прерывистый тип полета) данный параметр незначительно превалировал у самок соответственно на 14,05 кл./мм^2. Брахиоморфные пирамидные нейроны самок перепела обыкновенного и стрижа черного доминировали над таковыми у самцов на 10,01 и 27,16 %. В то же время у ласточки береговой плотность распределения брахиоморфных нейронов достоверно доминировала у самцов (P<0,05). У самок перепела обыкновенного и ласточки береговой наблюдается преобладание классов долихоморфных пирамидных нейронов над таковыми у самцов на 16,35 и 87,96 кл./мм^2. При анализе трапециевидных пирамидных нейронов выявлено, что у самок птиц как с прерывистым, так и с маневренным типом полета превалировала плотность распределения класса Bst: у перепела обыкновенного на 12,81 кл./мм^2, стрижа черного – 65,88, ласточки береговой – 78,70 кл./мм^2.

Доля классов треугольных, четырехугольных, многоугольных и грушевидных звезд от общей плотности распределения звездчатых клеток самцов и самок составила соответственно 16,85, 28,61, 18,02 и 36,52 % против 14,70, 31,92, 20,67 и 32,71 % у перепела обыкновенного; 32,93, 27,19, 39,88 % против 43,11, 29,31, 27,58 % – у стрижа черного (морфотип грушевидной звезды отсутствует), при этом у данного вида класс Cm отсутствует; 12,37, 27,84, 30,93, 28,86 % против 18,61, 22,67, 33,72, 25,00 % – у ласточки береговой. Если межполовая достоверная разница у перепела обыкновенного наблюдалась по классам C4 и Cm, то у ласточки береговой – по классу Cm (P<0,01) .

Таким образом, у стрижа черного и ласточки береговой (птиц с маневренным типом полета) по сравнению с перепелом обыкновенным (птиц с прерывистым типом полета) выявлена большая доля всех классов нейронов.

По нашим данным, в поле Hd самцов средняя площадь веретеновидных нейронов больше, чем у самок перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой (соответственно 37,45±1,95 против 29,85±2,89 мкм^2; 30,69±8,31 против 24,78±1,21 мкм^2; 27,31±1,85 против 24,21±2,52 мкм^2). Достоверные межполовые различия по данному показателю выявлены у всех изучаемых птиц (P<0,01). При этом площадь веретеновидных нейронов птиц с прерывистым типом полета была максимальной в отличие от птиц с маневренным типом полета.

Установлена достоверная доминантность площади пирамидных нейронов самцов перепела обыкновенного, стрижа черного и ласточки береговой над самками (63,196±2,85 против 54,42±3,13 мкм^2, 58,49±1,22 против 51,62±2,12 мкм^2 и 35,97±2,90 против 31,50±1,69 мкм^2; P<0,01–0,05). У ласточки береговой площадь пирамидных нейронов в 1,5–2,0 раза меньше перепела обыкновенного.

Звездчатые нейроны самок всех изучаемых видов птиц меньше, чем у самцов. Так, если у перепела обыкновенного и стрижа черного межполовые различия были достоверны (59,48±3,26 против 53,34±4,03 мкм^2; 54,08±2,12 против 45,74±4,16 мкм^2, P<0,05), то у ласточки береговой различия по данному параметру были недостоверны (50,26±3,11 против 46,18±3,09 мкм^2).

При анализе общей плотности распределения глиоцитов в поле Hd установлено, что у самок исследуемых видов птиц количество глии на мм^2 превышает таковое самцов: у перепела обыкновенного – на 5,73; у стрижа черного – 25,61; у ласточки береговой – 16,03 %. Достоверные различия по данному параметру не установлены.

Установлено, что в поле Hd общая плотность распределения НГК у самцов и самок птиц с маневренным типом полета в 1,5–3,0 раза выше, чем у птиц с прерывистым типом полета. При этом общая плотность распределения НГК у самок перепела обыкновенного

и стрижа черного была выше, чем у самцов данных видов, на 17,74 и 118,31 кл./мм^2, то у ласточки береговой количество НГК на мм^2 было больше у самок, нежели у самцов, на 384,26 кл./мм^2.

Следует отметить, что у птиц с прерывистым типом полета обоих полов в поле Hd обнаружены лишь мелкие (НГК1) и средние (НГК2) нейроглиальные комплексы в отличие от птиц с маневренным типом полета. Так, если у самцов перепела обыкновенного на доли НГК1 и НГК2 от общей плотности распределения НГК приходится 45,69 и 54,31 %, то у самок – 48,47 и 51,53 %.

В то же время у изучаемых птиц с маневренным типом полета обнаружены все три класса НГК (НГК1, НГК2, НГК3), доля которых от общей плотности распределения составила: у самки стрижа черного – 45,52, 43,37, 11,11 %, самца – 47,53, 40,93, 11,54 %; у самки ласточки береговой – 51,40, 36,76, 11,84 %, самца – 57,14, 36,55, 12,21 %.

При изучении средней площади НГК1 и НГК2 перепела обыкновенного выявлена достоверная доминантность показателей самцов ($P<0,01$). У стрижа черного и ласточки береговой установлена аналогичная закономерность. В то же время у ласточки береговой достоверных межполовых различий не обнаружено, а у стрижа черного достоверная доминантность площади НГК1 отмечена у самцов.

Обнаружено, что если у самцов стрижа черного площадь НГК3 превалировала над таковыми самок на 8,57 мкм^2, то у самцов и самок ласточки береговой данный показатель составил 210,93±17,19 против 210,51±14,06 мкм^2. Достоверных межполовых различий по данному показателю не выявлено.

Таким образом, в полях Hd выявлена доминантность по плотности распределения нейроглии и одиночных нейронов при меньшей площади нейронов у самок. Плотность распределения НГК у исследуемых птиц с маневренным типом полета в 1,5–3,0 раза больше, чем у птиц с прерывистым типом полета. Максимальная средняя площадь НГК3 установлена у стрижа черного.

Резюме. Микроморфологические эффекты (плотность распределения основных структурных элементов нервной ткани конечного мозга, относительная доля звездчатых типов нейронов, площадь сомы разных типов нейронов и классов нейроглиальных комплексов, морфотипы нервных клеток) были максимальными у ласточки береговой, минимальными – у перепела обыкновенного. Средние значения по изученным морфометрическим показателям имел стриж черный.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ромейс, Б.* Микроскопическая техника / Б. Ромейс. – М. : Иностр. лит., 1954. – 718 с.

2. *Husband, S. A.* Efferent projections of the ectostriatum in the pigeon / S. A. Husband, T. Shimizu // J. Comp. Neurol. – 1999. – Vol. 406. – P. 329–345.

3. *Koshiba, M.* Light-dependent development of asymmetry in the ipsilateral and contralateral thalamofugal visual projections of the chick / M. Koshiba, S. Nakamura, C. Deng, L. J. Rogers // Neurosc. Lett. – 2003. – Vol. 336. – № 2. – P. 81–84.

4. *Manns, M.* Organization of telencephalotectal projections in pigeons : Impact for lateralized top-down control / M. Manns, N. Freund, N. Patzke, O. Gunturkun // Neurosci. – 2007. – Vol. 144. – № 2. – P. 645–653.

5. *Puelles, L.* Pallial and subpallial derivatives in the embryonic chick and mouse telencephalon, traced by the expression of the genes Dlx-2, Emx-1, Nkx-2.1, Pax-6, and Tbr-1 / L. Puelles, E. Kuwana, E. Puelles, A. Bulfone, K. Shimamura et al. // J. Comp. Neurol. – 2000. – Vol. 424. – P. 409–438.

6. *Striedter, G. F.* The vocal control pathways in budgerigars differ from those in songbirds / G. F. Striedter // J. Comp. Neurol. – 2000. – Vol. 343. – P. 35–56.

УДК 559+598.2:612.8

ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНОГО МОЗГА ЗЯБЛИКА (FRINGILLA COELEBS) И МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ (FICEDULA HYPOLEUCA) В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

THE PECULIARITIES OF A CHAFFINCH (FRINGILLA COELEBS) AND FLYCATCHER TELENCEPHALON (FICEDULA HYPOLEUCA) IN POSTNATAL ONTOGENESIS

М. Л. Самсонова, Л. Н. Воронов, В. Ю. Константинов

M. L. Samsonova, L. N. Voronov, V. Y. Konstsantinov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Изучены особенности цитоархитектоники в онтогенезе конечного мозга типично зерноядного вида – зяблика – по сравнению с типично насекомоядным видом – мухоловкой-пеструшкой.

Abstract. The peculiarities of cytoarchitectonics in ontogenesis of telencephalon of a typically granivorous species – chaffinch – compared with a typical carnivorous species flycatcher are researched by the author.

Ключевые слова: *онтогенез, конечный мозг, птицы, нейроны, глия.*

Keywords: *ontogenesis, telencephalon, birds, neuron, glia.*

Актуальность исследуемой проблемы. Для выявления функционального значения структурных компонентов в конечном мозге важно проследить формирование клеточных и надклеточных структур в индивидуальном развитии птиц. Исследования конечного мозга в онтогенезе мухоловки-пеструшки изложены в работах многих ученых [1], [2], [3], [4], [5]. Изучение конечного мозга проводилось в области Wulst на 1, 6, 10 и 13-суточных птенцах. На импрегнированных по Гольджи препаратах мозга исследовали нейроны аналога зрительной коры млекопитающих – области Wulst. Выявлено, что в возрасте 1 суток зрение у птенцов не функционирует, поведение обеспечивается слуховым анализатором. Нейроны, составляющие область Wulst, имеют крайне незрелую структуру, характерную для юных нейронов. При исследовании нейронного состава Wulst 6-суточных птенцов были обнаружены находящиеся на различных стадиях морфогенеза звездчатые клетки – более и менее зрелые звездчатые нейроны. У 10-суточных птенцов популяция звездчатых нейронов достаточно однородна, а у 13-суточных птенцов эта популяция дифференцировалась на 2 достоверно различающихся вида звездчатых клеток. Однако работ по количественному и качественному изучению структурных компонентов во всех полях конечного мозга типично зерноядного вида – зяблика – по сравнению с типично насекомоядным видом – мухоловкой-пеструшкой – не проводилось.

Целью нашего исследования явилось изучение особенностей постнатального онтогенеза конечного мозга данных птиц. Для достижения цели были выбраны представители отряда Воробьинообразные – зяблик (Fringilla coelebs) и мухоловка-пеструшка (Ficedula hypoleuca).

Материал и методика исследований. Для исследования цитоархитектонических структур использовали конечный мозг 5 ювенильных особей каждого вида из двух экологических групп: 1) экологической группы зерноядных птиц – отряд Воробьинообразные (Passeriformes), семейство Вьюрковые (Fringillidae), вид зяблик (Fringilla coelebs); 2) экологической группы насекомоядных птиц – отряд Воробьинообразные (Passeriformes), семейство Мухоловковые (Muscicapidae), вид мухоловка-пеструшка (Ficedula hypoleuca). После декапитации мозг птиц извлекали из черепа и фиксировали в 40 %-м этиловом спирте. Последующая обработка проводилась по стандартной методике Ниссля: заливка в парафин и окраска срезов толщиной 20 мкм крезиловым фиолетовым. Для исследования цитоархитектонических структур брали каждый пятый трансверсальный срез.

На микропрепаратах конечного мозга птиц исследовалось семь полей: Ha, Hd, M, N, StL, GP, A. Для дифференцировки данных структур использованы атласы [6]. Фотографирование микропрепаратов производилось с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» с переходником «Carl Zeiss» и микроскопа «Микмед-2», при этом площадь контрольного поля составила $4{,}41\times10^{-2}$ мм^2. Для сравнительного анализа были выбраны следующие параметры: общая плотность распределения (количество элементов в 1 мм^2 ткани) нейронов, глии и НГК и разнообразие классов нейронов. Подсчет нейронов, глии и НГК проводился в 10 полях зрения каждого поля. Определение площади нейронов и нейроглиальных комплексов производилось с использованием программы «SigmaScan Pro 5».

Определение нейронного состава конечного мозга птиц осуществлялось в соответствии с классификацией нервных клеток, окрашенных по методу структурно-функциональных комплексов систем органов животных. Обработка данных проводилась в программах Word и Excel с использованием программного пакета статистического анализа Statistica 6.0 for Windows.

Результаты исследований и их обсуждение. Интенсивный рост головного мозга птенцов продолжается до 3 месяцев. Масса и объем основных полей конечного мозга в постнатальный период увеличивается. От 3 месяцев до взрослого состояния наблюдается спад во всех полях, кроме Gp, объем которого немного увеличивается. Эволюционно старые поля Striatum laterale и Arcopallium хорошо различаются на всем протяжении постнатального онтогенеза. Эволюционно молодые поля Hyperpallium и Nidopallium развиваются неравномерно. Есть общие тенденции развития клеточных элементов в полях конечного мозга. В первые дни постнатального онтогенеза до 2-недельного возраста в конечном мозге птенцов находятся только одиночные клетки глии и нейронов. У птенцов-слетков, которые готовы покинуть гнездо, добавляются сообщества из 2–4 клеток (НГК-1). К 3-месячному возрасту, когда начинают формироваться сложное поведение и элементарная рассудочная деятельность, в клеточном составе появляются группировки из 4–10 клеток (НГК-2). Крупные сообщества клеток, состоящие более чем из 10 элементов (НГК-3), появляются только у взрослых особей.

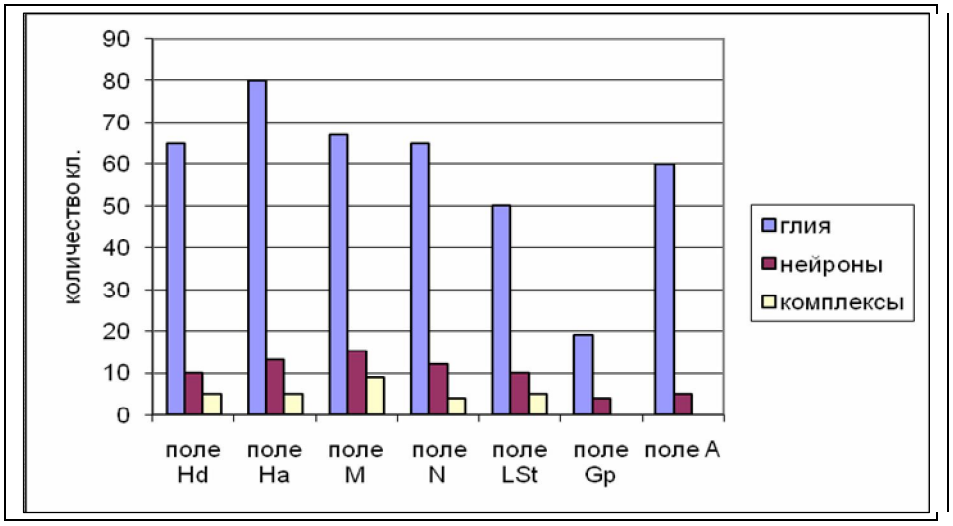


Рис. 1. ***Удельное количество структурных компонентов в конечном мозге птенцов зяблика***

Клеточный состав конечного мозга молодых зябликов представлен глией, нейронами и нейроглиальными комплексами (рис. 1). Основу составляют глиальные клетки. Наибольшее количество нейронов отмечено в поле Ha. Из нейроглиальных комплексов представлены только НГК-1. Нейронный состав конечного мозга птенцов зябликов представлен веретеновидными, пирамидными и звездчатыми клетками. В эволюционно молодых полях наиболее многочисленны веретеновидные нейроны. Самыми малочисленными, кроме поля Ha, являются звездчатые нейроны. В поле Ha меньше всего пирамидных клеток. Однако в поле StL наиболее многочисленными нейронами являются именно пирамидные. Классовый состав нейронов молодых зябликов менее разнообразный такового взрослых.

Веретеновидные нейроны представлены только нейронами класса At. Они и являются наиболее многочисленными во всех полях конечного мозга молодых зябликов, кроме поля StL, где самым многочисленным является класс пирамидных нейронов Bm2. Пирамидные нейроны представлены классами Bm2, Bb2, Bd2. Звездчатые нейроны немногочисленные в конечном мозге молодых зябликов. Здесь отмечены нейроны следующих классов: C4, C3, Cm, Cr.

Нейронный состав конечного мозга молодой мухоловки-пеструшки представлен веретеновидными, пирамидными и звездчатыми клетками (рис. 2). Глиальные клетки многочисленны в эволюционно молодых полях. Наибольшее количество нейронов отмечено в поле Ha. Из нейроглиальных комплексов представлены только НГК-1.

В эволюционно молодых полях наиболее многочисленны веретеновидные нейроны. Самыми малочисленными, кроме поля Gp, являются звездчатые нейроны. В поле Gp меньше всего пирамидных клеток. В поле StL наиболее многочисленными нейронами являются пирамидные. Классовый состав нейронов птенцов мухоловки-пеструшки более разнообразный такового зяблика. Веретеновидные представлены нейронами класса At и Ad. Веретеновидные нейроны касса At являются наиболее многочисленными во всех полях конечного мозга птенцов мухоловки-пеструшки. Пирамидные нейроны представлены классами Bm2, Bb2, Bd2. Звездчатые нейроны в конечном мозге птенцов мухоловки-пеструшки немногочисленны. Здесь отмечены нейроны следующих классов C4, C3, Cm.

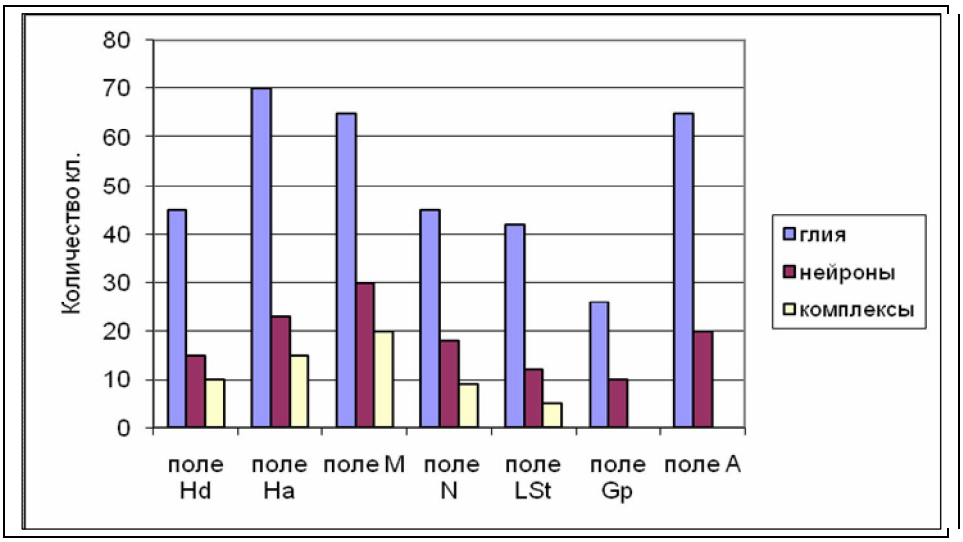


Рис. 2. ***Удельное количество структурных компонентов в конечном мозге птенцов мухоловки-пеструшки***

Резюме. Установлено, что у птенцов мухоловки-пеструшки в конечном мозге значительно увеличивается количество нейронов, а у зяблика – глии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Голубева, Т. Б.* Развитие фоторецепторных клеток сетчатки и нейронов Wulst у птенцов мухоловки-пеструшки Ficedula hypoleuca / Т. Б. Голубева, Л. В. Зуева, Е. В. Корнеева, Т. В. Хохлова // Орнитология. – 2001. – Т. 29. – С. 188–202.

2. *Корнеева, Е. В.* Нейроны Wulst птенцов мухоловки-пеструшки Ficedula hypoleuca на дозрительной стадии развития / Е. В. Корнеева, Л. И. Александров, Т. Б. Голубева, К. В. Шулейкина // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2002. – Т. 3. – № 6. – С. 594–598.

3. *Корнеева, Е. В.* Ориентация дендритов у нейронов Wulst при смене форм зрительно направляемого поведения птенцов мухоловки-пеструшки Ficedula hypoleuca / Е. В. Корнеева // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1995. – Т. 31. – С. 642–652.

4. *Хаютин, С. Н.* Организация раннего видоспецифического поведения / С. Н. Хаютин, Л. П. Дмитриева. – М. : Наука, 1991. – 256 с.

5. *Zueva, L. V.* Development of retina is related to visually-guited behavior in Pied Flucatcher nestlings Ficedula hypoleuca / L. V. Zueva, T. V. Chochlova, E. V. Komeeva, T. B. Golubeva // J. African Ornithology. – 1998. – V. 69, N. 3, 4. – P. 394.

6. *Kuenzel, W. J.* A stereotaxic atlas of the brain of the chick (Callus domesticus) / W. J. Kuenzel, M. Masson. – Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1988. – P. 1–124.

УДК 514.756

ДВОЙСТВЕННАЯ НОРМАЛИЗАЦИЯ ПОЛЯРНЫХ НЕГОЛОНОМНЫХ ГИПЕРПОЛОС В ПРОЕКТИВНО-МЕТРИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

DUAL NORMALIZATION OF POLAR ANHOLONOMIC HYPER-BANDS IN A PROJECTIVE METRIC SPACE

Е. Н. Смирнова

E. N. Smirnova

ГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. В данной работе в проективно-метрическом пространстве K_n с абсолютом Q^2_{n-1} найдена связь между двойственными нормализациями полярных неголономных гиперполос.

Abstract. We describe connection between the dual normalizations of polar anholonomic hyper-bands in the projective metric space in the article.

Ключевые слова: *проективно-метрическое пространство, гиперполосное распределение, нормализация.*

Keywords: *projective metric space, hyper-band distribution, normalization.*

Актуальность исследуемой проблемы. До настоящего времени в математической литературе геометрия полярных гиперполосных распределений, погруженных в проективно-метрическое пространство K_n, оставалась практически не разработанной. В этой связи целью работы явилось изучение двойственной нормализации полярных гиперполосных распределений в пространстве K_n.

Материал и методика исследований. В ходе исследований используются инвариантные методы дифференциально-геометрических исследований, а именно метод продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [1], метод внешних дифференциальных форм Э. Картана [6] и метод нормализации А. П. Нордена [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты являются новыми и достоверными, они доложены на заседаниях научно-исследовательских семинаров и конференций различных рангов.

На протяжении всего изложения индексы принимают следующие значения:

$$\overline{I}, \overline{K}, \overline{L} = \overline{0, n}; \quad I, K, L = \overline{1, n}; \quad \widetilde{K} = \overline{0, n-1}; \quad i, j, k = \overline{1, m}; \quad u, v, w = \overline{m+1, n-1};$$
$$\alpha = \overline{m+1, n}.$$

Рассмотрим n-мерное проективное пространство P_n. Деривационные формулы проективного репера $R = \{ A_{\bar{I}} \}$ и структурные уравнения проективного пространства имеют вид [6, 143]

$$dA_{\bar{I}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} A_{\bar{K}}, \quad D\omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{L}} \wedge \omega_{\bar{L}}^{\bar{K}}, \omega_{\bar{L}}^{\bar{L}} = 0. \tag{1}$$

Проективно-метрическим пространством K_n называется проективное пространство P_n, в котором задана неподвижная гиперквадрика Q_{n-1}^2 (абсолют) [1, 339]. В случае $A_0 \notin Q_{n-1}^2$ уравнение абсолюта пространства K_n можно записать в виде [4]

$$a_{IK} x^I x^K + \frac{1}{c}\left(g_{I0} x^I + c x^0\right)^2 = 0, a_{[IK]} = 0, g_{0I} = g_{I0}, g_{00} = c = const \neq 0, \tag{2}$$

$$a_{IK} = g_{IK} - \frac{g_{I0} g_{K0}}{c},$$

причем условие его неподвижности определяется уравнениями

$$da_{IK} - a_{IL}\omega_K^L - a_{LK}\omega_I^L = -\frac{1}{c}(a_{IL} g_{K0} + a_{KL} g_{I0})\omega_0^L, \; dg_{I0} - g_{L0}\omega_I^L - c\omega_I^0 = a_{IL}\omega_0^L \tag{3}$$

В пространстве K_n рассмотрим регулярную неголономную гиперполосу H, т. е. регулярное гиперполосное распределение m-мерных линейных элементов, $m < n-1$ [3, 104]. Известно [3, 106], что относительно репера R первого порядка подмногообразие H определяется системой дифференциальных уравнений

$$\omega_i^n = \Lambda_{iK}^n \omega_0^K, \omega_i^v = \Lambda_{iK}^v \omega_0^K, \omega_v^n = A_{v\alpha}^n \omega_0^\alpha, \omega_v^i = N_{vK}^i \omega_0^K. \tag{4}$$

Ниже предполагается, что симметричные тензоры a_{ij} и a_{uv} не вырождены

$$a_{ik} a^{kj} = \delta_i^j, a_{uw} a^{wv} = \delta_u^v. \tag{5}$$

В работе [5] доказано, что *при задании в K_n с абсолютом (2), удовлетворяющим условиям (5), регулярного гиперполосного распределения H (m < n-1) индуцируется полярное исходному гиперполосное распределение $\tilde{H}$ с центром в точке B_n, базисным распределением которого является распределение m-мерных линейных элементов $[B_n B_i] \equiv \tilde{\pi}_m$, а оснащающее распределение представляет собой распределение гиперплоскостных элементов, у которого текущий элемент $[B_n B_i B_v]$ есть поляра центра A_0 исходного подмногообразия H, причем*

$$B_i = A_i - \frac{1}{c} g_{i0} A_0, B_v = A_v - \frac{1}{c} g_{v0} A_0, \; B_n = (A_n - \frac{1}{c} g_{n0} A_0) - a^{jk} a_{kn} B_j - a^{uw} a_{wn} E \tag{6}$$

Ниже рассмотрим класс распределений H в K_n, для которых тензор a_{iv} обращается в нуль: $a_{iv} = 0$.

Из уравнений (3) для $a_{iv} = 0$ следует справедливость соотношений

$$\omega_v^i = -a^{ik}\left[\left(a_{kn}\omega_v^n + a_{uv}\omega_k^u + a_{nv}\omega_k^n\right) - \frac{1}{c}\left(a_{kL}g_{v0} + a_{vL}g_{k0}\right)\omega_0^L\right].$$

Гиперполосное распределение $\widetilde{H}$ в K_n отнесем к подвижному реперу $R^* = \{B_n, B_i, B_v, B_0 \equiv A_0\}$; его деривационные формулы и уравнения структуры проективно-метрического пространства K_n имеют вид

$$dB_{\bar{I}} = \Omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} B_{\bar{K}}, \quad D\Omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} = \Omega_{\bar{I}}^{\bar{L}} \wedge \Omega_{\bar{L}}^{\bar{K}}.$$

Приведем строения некоторых форм Пфаффа $\Omega_{\bar{I}}^{\bar{K}}$

$$\Omega_n^i = -a^{ik}A_{nn}\left(\omega_k^n - \frac{1}{c}g_{k0}\omega_0^n\right), \ \Omega_n^v = -a^{vw}A_{nn}\left(\omega_w^n - \frac{1}{c}g_{w0}\omega_0^n\right),$$

$$\Omega_v^0 = -\frac{1}{c}\left(a_{vw}\omega_0^w + a_{vn}\omega_0^n\right),$$

$$\Omega_i^v = \omega_i^v - \frac{1}{c}g_{i0}\omega_0^v + a^{vw}a_{wn}\Omega_i^n, \ \Omega_i^0 = -\frac{1}{c}\left(a_{ik}\omega_0^k + a_{in}\omega_0^n\right), \tag{7}$$

$$\Omega_v^i = \omega_v^i - \frac{1}{c}g_{v0}\omega_0^i + a^{ik}a_{kn}\Omega_v^n,$$

$$\Omega_n^0 = -\frac{1}{c}\mathrm{A}_{nn}\omega_0^n,$$

$$\Omega_n^n = \omega_n^n - a^{sk}a_{kn}\omega_s^n - a^{zw}a_{wn}\omega_z^n - \frac{1}{c}\left(g_{n0} - a^{sk}g_{s0}a_{kn} - a^{zw}g_{z0}a_{wn}\right)\omega_0^n.$$

На распределении $\widetilde{H}$ в кольце пфаффовых форм $\{\Omega_{\bar{I}}^{\bar{K}}\}$ система n форм $\{\Omega_n^{\tilde{K}}\} \equiv \{\Omega_n^k, \Omega_n^v, \Omega_n^0\}$ линейно независима. В силу этого полярное распределение $\widetilde{H}$ в K_n в репере $R^* = \{B_n, B_i, B_v, A_0\}$ определяется системой дифференциальных уравнений

$$\Omega_i^0 = \widetilde{\Lambda}_{i\tilde{K}}^0 \Omega_n^{\tilde{K}}, \Omega_i^v = \widetilde{\Lambda}_{i\tilde{K}}^v \Omega_n^{\tilde{K}}, \Omega_v^i = \widetilde{N}_{v\tilde{K}}^i \Omega_n^{\tilde{K}}, \Omega_v^0 = \widetilde{A}_{v\tilde{K}}^0 \Omega_n^{\tilde{K}}. \tag{8}$$

По аналогии с гиперполосой [3, 119] под двойственной нормализацией регулярного гиперполосного распределения $H \subset K_n$ мы будем понимать нормализацию его базисного распределения в смысле А. П. Нордена, т. е. в каждой точке $A_0 \in H$ заданы плоскости N_{n-m} и N_{m-1}, такие что $N_{n-m}(A_0) \cap \pi_m(A_0) = A_0$, $N_{n-m}(A_0) \cup \pi_m(A_0) = K_n$,

$$N_{m-1}(A_0) \subset \pi_m(A_0), \quad A_0 \notin N_{m-1}(A_0);$$

плоскости $N_{n-m}(A_0)$ и $N_{m-1}(A_0)$ называются соответственно нормалями первого и второго родов в точке $A_0 \in H$, при этом в каждом центре A_0 нормаль первого рода N_{n-m} содержит характеристику π_{n-m-1} текущего элемента, оснащающего распределения гиперплоскостных элементов.

Рассмотрим нормаль первого рода $N_{n-m}(A_0) \equiv [\pi_{n-m-1}, N_n]$ гиперполосного распределения H относительно абсолюта Q_{n-1}^2, где $\pi_{n-m-1} = [A_0, A_v]$ и

$N_n = A_n + \nu_n^i A_i + a_n^v A_v$, $a_n^v = \frac{1}{m}\Lambda_n^{ji}\Lambda_{ij}^v$. Требование инвариантности поля нормалей $N_{n-m}(A_0)$ накладывают следующие условия на функции ν_n^i: $d\nu_n^i - \nu_n^i\omega_n^n + \nu_n^j\omega_j^i + \omega_n^i = \nu_{nK}^i\omega_0^K$.

Поляра нормали первого рода $N_{n-m}(A_0)$ относительно абсолюта Q_{n-1}^2 определяется системой

$$\widetilde{N}_{m-1}\begin{cases} g_{I0}x^I + cx^0 = 0, \\ a_{Iu}x^I = 0, \\ x^I(a_{Ij}\nu_n^j + a_{In}) = 0 \end{cases} \tag{9}$$

Потребуем, чтобы точка B_n (см. (6)) не принадлежала $\widetilde{N}_{m-1}$. Аналитическим выражением этого условия является отличие от нуля относительного инварианта

$$A_{nn} \overset{def}{=} a_{nn} - a^{ik}a_{in}a_{kn} - a^{uv}a_{un}a_{vn} \neq 0. \tag{10}$$

Плоскость $\widetilde{N}_{m-1}$ натянута на точки $\widetilde{N}_i$, где $\widetilde{N}_i = B_i + \nu_i^n B_n$. Найдем функции ν_i^n. Для этого, используя соотношения (6), подставим координаты точек $\widetilde{N}_i$ в третье уравнение системы (9). Получим следующий результат:

$$\nu_i^n = -\frac{a_{is}\nu_n^s + a_{in}}{A_{nn}}. \tag{11}$$

Таким образом, доказана

Теорема 1. *Для регулярного гиперполосного распределения H m-мерных линейных элементов, заданного в проективно-метрическом пространстве K_n с абсолютом Q_{n-1}^2, удовлетворяющим условиям (5), (10) и $a_{iv} = 0$, задание на нем поля нормали I рода N_{n-m} (ν_n^i) на полярном относительно Q_{n-1}^2 распределении $\widetilde{H}$ m-мерных линейных элементов индуцирует поле нормали II рода $\widetilde{N}_{m-1}$ (ν_i^n), определяемое соотношениями (11).*

Полярой нормали второго рода $N_{m-1}(A_0) \equiv [N_i]$, где $N_i = A_i + \nu_i^0 A_0$, исходного гиперполосного распределения *H* является плоскость $\widetilde{N}_{n-m}$

$$a_{Ij}x^I + \frac{1}{c}\left(g_{I0}x^I + cx^0\right)\left(g_{j0} + c\nu_j^0\right) = 0. \tag{12}$$

Плоскость $\widetilde{N}_{n-m}$ будет содержать

1) характеристику $\widetilde{\pi}_{n-m-1}$ оснащающего распределения $\widetilde{\pi}_{n-1}$ подмногообразия $\widetilde{H}$, ибо $N_{m-1} \subset \pi_m$, а $\widetilde{\pi}_{n-m-1}$ – поляра плоскости π_m относительно абсолюта Q_{n-1}^2;

2) точку B_n, так как $N_{m-1} \subset \pi_{n-1}$ и B_n – поляра плоскости π_{n-1} относительно Q^2_{n-1}.

В плоскости $\widetilde{N}_{n-m}$ возьмем точку

$$\widetilde{N}_0 = A_0 + \nu_0^i B_i + \nu_0^v B_v + \nu_0^n B_n . \qquad (13)$$

Требование инвариантности поля нормалей $\widetilde{N}_{n-m}$ накладывают следующие условия на функции ν_0^i : $d\nu_0^i + \nu_0^j \Omega_j^i = \nu_{0\tilde{K}}^i \Omega_n^{\tilde{K}}$.

Подставим координаты точки $\widetilde{N}_0$ (см. (13)) в уравнение (12) и получим следующие соотношения:

$$\nu_0^j = -a^{jk}\left(g_{k0} + c\nu_k^0\right). \qquad (14)$$

Таким образом, справедлива

Теорема 2. *Для регулярного гиперполосного распределения H m-мерных линейных элементов, заданного в K_n с абсолютом Q^2_{n-1}, удовлетворяющим условиям (5), (10) и $a_{iv} = 0$, задание на нем поля нормали второго рода N_{m-1} (ν_k^0) на полярном относительно Q^2_{n-1} распределении $\widetilde{H}$ m-мерных линейных элементов индуцирует поле нормали первого рода $\widetilde{N}_{n-m}$ (ν_0^j), определяемое соотношениями (14).*

Резюме. Двойственная нормализация исходного распределения *H*, заданного в K_n с абсолютом Q^2_{n-1}, удовлетворяющим условиям (5), (10) и $a_{iv} = 0$, определяет двойственную нормализацию полярного относительно абсолюта Q^2_{n-1} распределения $\widetilde{H}$ *m*-мерных линейных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – М., 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

2. *Норден, А. П.* Пространства аффинной связности / А. П. Норден. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

3. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 1994. – 290 с.

4. *Столяров, А. В.* Внутренняя геометрия проективно-метрического пространства / А. В. Столяров // Дифференциальная геометрия многообразий фигур : сб. науч. ст. – Калининград : Калининградский университет, 2001. – Вып. 32. – С. 94–101.

5. *Столяров, А. В.* Взаимно-полярные неголономные гиперполосы в проективно-метрическом пространстве / А. В. Столяров // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. – 2003. – № 1 (35). – С. 51–58.

6. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 514.756

ДВОЙСТВЕННОСТЬ ГИПЕРПОЛОСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОЕКТИВНО-МЕТРИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

DUALITY OF A HYPER-BAND DISTRIBUTION IN A PROJECTIVE METRIC SPACE

Е. Н. Смирнова

E. N. Smirnova

ГОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары

Аннотация. В работе доказано, что при задании регулярного гиперполосного распределения m-мерных линейных элементов ($m < n-1$) в проективно-метрическом пространстве K_n индуцируется проективно-метрическое пространство $\overline{K}_n$, двойственное K_n относительно инволютивного преобразования его структурных форм.

Abstract. It is proved in the article that defining a regular hyper-band distribution of m-dimensional linear elements in the projective metric space K_n results in induction of a projective metric space $\overline{K}_n$ which is dual to K_n in respect to an involutory transformation of its structural forms.

Ключевые слова: *проективно-метрическое пространство, гиперполосное распределение, двойственность.*

Keywords: *projective metric space, hyper-band distribution, duality.*

Актуальность исследуемой проблемы. Данное исследование является актуальным, так как двойственная геометрия гиперполосного распределения в проективно-метрическом пространстве оставалась практически неразработанной.

Материал и методика исследований. В исследовании используются инвариантные методы дифференциально-геометрических исследований, а именно метод продолжений и охватов Г. Ф. Лаптева [1], метод внешних дифференциальных форм Э. Картана [4].

Результаты исследований и их обсуждение.

Полученные результаты являются новыми и достоверными, они доложены на заседаниях научно-исследовательских семинаров и конференций различных рангов.

На протяжении всего изложения индексы принимают следующие значения:

$$\overline{I}, \overline{K}, \overline{L} = \overline{0, n}; \quad I, K, L = \overline{1, n}; \quad i, j, k, l, s, t = \overline{1, m}; \quad u, v, w, x, z = \overline{m+1, n-1};$$
$$\alpha, \beta, \gamma = \overline{m+1, n}.$$

Оператор ∇ действует по следующему закону:

$$\nabla T^{iu}_{jv} = dT^{iu}_{jv} + T^{tu}_{jv}\omega^{i}_{t} + T^{iw}_{jv}\omega^{u}_{w} - T^{iu}_{tv}\omega^{t}_{j} - T^{iu}_{jw}\omega^{w}_{v}.$$

Рассмотрим n-мерное проективное пространство P_n; деривационные формулы проективного репера $R = \{ A_{\bar{I}} \}$ и структурные уравнения проективного пространства имеют соответственно вид [4, 143]:

$$dA_{\bar{I}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} A_{\bar{K}}, \quad D\omega_{\bar{I}}^{\bar{K}} = \omega_{\bar{I}}^{\bar{L}} \wedge \omega_{\bar{L}}^{\bar{K}}, \omega_{\bar{L}}^{\bar{L}} = 0. \tag{1}$$

Проективно-метрическим пространством K_n называется проективное пространство P_n, в котором задана неподвижная гиперквадрика Q_{n-1}^2 (абсолют) [1, 339]. В случае $A_0 \notin Q_{n-1}^2$ уравнение абсолюта пространства K_n можно записать в виде [3]:

$$a_{IK} x^I x^K + \frac{1}{c}\left(g_{I0} x^I + c x^0\right)^2 = 0, a_{[IK]} = 0, g_{0I} = g_{I0}, g_{00} = c = const \neq 0, \tag{2}$$

причем условие его неподвижности определяется уравнениями

$$da_{IK} - a_{IL}\omega_K^L - a_{LK}\omega_I^L = -\frac{1}{c}(a_{IL} g_{K0} + a_{KL} g_{I0})\omega_0^L, dg_{I0} - g_{L0}\omega_I^L - c\omega_I^0 = a_{IL}\omega_0^L; \tag{3}$$

при этом справедливо

$$\omega_0^0 = -\omega_L^L = -\frac{1}{c} g_{0L}\omega_0^L. \tag{4}$$

В пространстве K_n рассмотрим регулярное гиперполосное распределение H m-мерных линейных элементов, $m < n-1$ [2, 104]. Известно, что относительно репера R первого порядка подмногообразие H определяется системой дифференциальных уравнений [2, 106]:

$$\omega_i^n = \Lambda_{iK}^n \omega_0^K, \omega_i^v = \Lambda_{iK}^v \omega_0^K, \omega_v^n = A_{v\alpha}^n \omega_0^\alpha, \omega_v^i = N_{vK}^i \omega_0^K. \tag{5}$$

Продифференцировав соотношения (5), с помощью (1) получим, в частности,

$$\begin{gathered} \nabla \Lambda_{ij}^n = \Lambda_{ijL}^n \omega_0^L, \quad \nabla \Lambda_{iu}^n = \Lambda_{iuL}^n \omega_0^L, \quad \nabla \Lambda_{in}^n - \Lambda_{ij}^n \omega_n^j - \Lambda_{iu}^n \omega_n^u - \omega_i^0 = \Lambda_{inL}^n \omega_0^L; \\ \nabla A_{vu}^n = A_{vuL}^n \omega_0^L, \quad \nabla A_{vn}^n - A_{vu}^n \omega_n^u - \omega_v^0 = A_{vnL}^n \omega_0^L. \end{gathered} \tag{6}$$

Каждая из систем функций $\{ \Lambda_{ij}^n \}, \{ A_{uv}^n \}$ в силу регулярности распределения H образует невырожденный тензор (вообще говоря, несимметричный):

$$\Lambda_{ik}^n \Lambda_n^{kj} = \Lambda_{ki}^n \Lambda_n^{jk} = \delta_i^j, A_{uw}^n A_n^{wv} = A_{wu}^n A_n^{vw} = \delta_u^v. \tag{7}$$

Дифференцируя (7), с использованием (6) получаем:

$$\nabla \Lambda_n^{ij} = -\Lambda_n^{is} \Lambda_n^{tj} \Lambda_{stL}^n \omega_0^L, \nabla A_n^{uv} = -A_n^{uw} A_n^{zv} A_{wzL}^n \omega_0^L. \tag{8}$$

Продолжая первое и четвертое уравнения из (6), с учетом (5) получаем:

$$\nabla \Lambda_{ijL}^n + \delta_L^s \left(\Lambda_{sj}^n \omega_i^0 + \Lambda_{is}^n \omega_j^0\right) - \left(\Lambda_{ij}^n \Lambda_{sL}^n + \Lambda_{sj}^n \Lambda_{iL}^n + \Lambda_{is}^n \Lambda_{jL}^n\right)\omega_n^s - \Lambda_{ij}^n \left(\delta_L^n \omega_n^0 + \delta_L^\alpha A_{v\alpha}^n \omega_n^v\right) = \Lambda_{ijLK}^n \omega_0^K,$$

$$\nabla A_{uvL}^n + \delta_L^w \left(A_{wv}^n \omega_u^0 + A_{uw}^n \omega_v^0\right) - \delta_L^\alpha \left(A_{uv}^n A_{w\alpha}^n + A_{wv}^n A_{u\alpha}^n + A_{uw}^n A_{v\alpha}^n\right)\omega_n^w - A_{uv}^n \left(\Lambda_{sL}^n \omega_n^s + \delta_L^n \omega_n^0\right) = A_{uvLK}^n \omega_0^K$$

.

Функция $\Phi \overset{def}{=} \Lambda \cdot A$, где $\Lambda \overset{def}{=} \left|\Lambda^n_{ij}\right| \neq 0, A \overset{def}{=} \left|A^n_{uv}\right| \neq 0$, есть относительный инвариант первого порядка:

$$d\ ln\,\Phi + (n+1)\omega^n_n = \Phi_K \omega^K_0, \tag{10}$$

где

$$\Phi_K = \Lambda^{ji}_n \Lambda^n_{ijK} + A^{vu}_n A^n_{uvK} + \frac{2}{c} g_{0K}. \tag{11}$$

Продолжая уравнения (10), имеем

$$\nabla \Phi_K - (n+1)\left(\delta^n_K \omega^0_n + \Lambda^n_{sK}\omega^s_n + \delta^\alpha_K A^n_{u\alpha}\omega^u_n\right) = \Phi_{KL}\omega^L_0. \tag{12}$$

Возьмем новую систему из $(n+1)^2$ форм Пфаффа $\overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$:

$$\begin{gathered}
\overline{\omega}^0_0 = \omega^0_0 - \left(\frac{\Phi_K}{n+1} - \frac{g_{0K}}{c}\right)\omega^K_0,\ \overline{\omega}^n_n = \omega^n_n - \left(\frac{\Phi_K}{n+1} - \frac{g_{0K}}{c}\right)\omega^K_0,\ \overline{\omega}^i_0 = \omega^i_0 + \Lambda^{ik}_n \Lambda^n_{k\alpha}\omega^\alpha_0, \\
\overline{\omega}^v_0 = \omega^v_0 + A^{vw}_n A^n_{wn}\omega^n_0, \overline{\omega}^n_0 = \omega^n_0,\ \overline{\omega}^0_i = \Lambda^n_{ki}\omega^k_n, \overline{\omega}^v_i = -\Lambda^n_{ki} A^{vw}_n \omega^k_w, \\
\overline{\omega}^n_i = -\Lambda^n_{ki}\omega^k_0, \overline{\omega}^0_n = \omega^0_n, \overline{\omega}^i_n = -\Lambda^{ik}_n \omega^0_k, \overline{\omega}^v_n = -A^{vw}_n \omega^0_w, \\
\overline{\omega}^j_i = \omega^j_i + \left(\Lambda^{js}_n \Lambda^n_{siK} - \frac{1}{n+1}\delta^j_i \Phi_K\right)\omega^K_0, \\
\overline{\omega}^0_v = A^n_{wv}\omega^w_n,\ \overline{\omega}^i_v = -A^n_{wv}\Lambda^{ik}_n \omega^w_k, \\
\overline{\omega}^n_v = -A^n_{wv}\omega^w_0, \overline{\omega}^u_v = \omega^u_v + \left(A^{uw}_n A^n_{wvK} - \frac{1}{n+1}\delta^u_v \Phi_K\right)\omega^K_0.
\end{gathered} \tag{13}$$

В силу соотношений (1), (3), (5)–(9), (12), (13) дифференциальные формы $\overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$ являются структурными формами нового проективного пространства $\overline{P_n}$, так как удовлетворяют уравнениям структуры проективного пространства, аналогичным (1):

$$D\overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}} = \overline{\omega}^{\overline{L}}_{\overline{I}} \wedge \overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{L}}, \overline{\omega}^{\overline{L}}_{\overline{L}} = 0. \tag{14}$$

Формы $\overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$ служат формами инфинитезимального перемещения тангенциального репера $\{\xi_{\overline{I}}\}$:

$$d\xi_{\overline{I}} = \overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}\xi_{\overline{K}},$$

где

$$\begin{gathered}
\xi_o = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Phi}}\left[A_0 A_1 \ldots A_{n-1}\right], \\
\xi_i = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Phi}}\sum_{j=1}^{m} \Lambda^n_{ji}\left[A_0 A_1 \ldots A_{j-1} A_n A_{j+1} \ldots A_m A_{m+1} \ldots A_{n-1}\right],
\end{gathered} \tag{15}$$

$$\xi_v = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Phi}} \sum_{u=m+1}^{n-1} A^n_{uv} \left[A_0 A_1 \dots A_m A_{m+1} \dots A_{u-1} A_n A_{u+1} \dots A_{n-1} \right],$$

$$\xi_n = \frac{1}{\sqrt[n+1]{\Phi}} \left[A_n A_1 \dots A_{n-1} \right].$$

Согласно соотношениям (5), (13) справедливо

$$\overline{\omega}^n_i = \overline{\Lambda}^n_{iL} \overline{\omega}^L_0, \ \overline{\omega}^v_i = \overline{\Lambda}^v_{iL} \overline{\omega}^L_0, \ \overline{\omega}^n_v = \overline{A}^n_{v\alpha} \overline{\omega}^\alpha_0, \ \overline{\omega}^i_v = \overline{N}^i_{vL} \overline{\omega}^L_0. \tag{16}$$

Система уравнений (16) (аналогично системе (5)) в репере (15) определяет гиперполосное распределение $\overline{H} \subset \overline{P}_n$, двойственное исходному распределению $H \subset K_n$.

Из соотношений (13) с использованием (4) находим

$$\overline{\omega}^0_0 = -\frac{1}{c} \overline{g}_{0L} \overline{\omega}^L_0, \tag{17}$$

где

$$\overline{g}_{0k} = \frac{c}{n+1} \Phi_k, \ \overline{g}_{0x} = -\overline{g}_{0k} \Lambda^{kj}_n \Lambda^n_{jx} + \frac{c}{n+1} \Phi_x, \tag{18}$$

$$\overline{g}_{0n} = -\overline{g}_{0k} \Lambda^{kj}_n \Lambda^n_{jn} - \overline{g}_{0x} A^{xw}_n A^n_{wn} + \frac{c}{n+1} \Phi_n.$$

Функции $\overline{\Phi}_K = \overline{\Lambda}^{ji}_n \overline{\Lambda}^n_{ijK} + \overline{A}^{vu}_n \overline{A}^n_{uvK} + \frac{2}{c} \overline{g}_{0K}$ (см. (11)) с использованием соотношений (13), (16), (18) имеют строение

$$\overline{\Phi}_k = \frac{n+1}{c} g_{0k}, \ \overline{\Phi}_x = -\overline{\Phi}_k \Lambda^{kj}_n \Lambda^n_{jx} + \frac{n+1}{c} g_{0x}, \tag{19}$$

$$\overline{\Phi}_n = -\overline{\Phi}_k \Lambda^{kj}_n \Lambda^n_{jn} - \overline{\Phi}_x A^{xw}_n A^n_{wn} + \frac{n+1}{c} g_{0n}.$$

В силу равенств (13), (16)–(19) преобразование $J : \omega^{\overline{K}}_{\overline{I}} \to \overline{\omega}^{\overline{K}}_{\overline{I}}$ по закону (13) является инволютивным, то есть $J \equiv J^{-1}$.

Продолжая уравнение (17), с использованием (13), (17) находим

$$d\overline{g}_{0L} - \overline{g}_{0K} \overline{\omega}^K_L - c\overline{\omega}^0_L = \overline{a}_{LK} \overline{\omega}^K_0, \overline{a}_{[LK]} = 0. \tag{20}$$

Продолжая (20), с использованием (14) приходим к уравнениям

$$d\overline{a}_{IK} - \overline{a}_{IL} \overline{\omega}^L_K - \overline{a}_{LK} \overline{\omega}^L_I = \overline{a}_{IKL} \overline{\omega}^L_0, \ \overline{a}_{I[KL]} = \frac{1}{c} \overline{a}_{I[K} \overline{g}_{L]0}. \tag{21}$$

С помощью соотношений (13), (17), (20_2), (21) получим следующее уравнение

$$d\overline{a}_{IK} - \overline{a}_{IL} \overline{\omega}^L_K - \overline{a}_{LK} \overline{\omega}^L_I = -\frac{1}{c} \left(\overline{a}_{IL} \overline{g}_{K0} + \overline{a}_{KL} \overline{g}_{I0} \right) \overline{\omega}^L_0. \tag{22}$$

Уравнения (20_1) и (22), вместе взятые, представляют собой условие неподвижности (сравни с (3)) тангенциального абсолюта $\overline{Q}^2_{n-1}$ пространства $\overline{P}_n$, уравнение которого относительно тангенциального репера (15) записывается в виде

$$\overline{a}_{IK}\overline{x}^I\overline{x}^K + \frac{1}{c}\left(\overline{g}_{I0}\overline{x}^I + c\overline{x}^0\right)^2 = 0 . \qquad (23)$$

В этом уравнении $\overline{x}^I$ представляют собой координаты гиперплоскостей ξ – образующих элементов абсолюта (23) – относительно тангенциального репера $\{\xi_{\overline{I}}\}$ (см. (15)): $\xi = \overline{x}^{\overline{I}}\xi_{\overline{I}}$; функции $\overline{g}_{I0}$ имеют строение (18), а функции $\overline{a}_{IK}$ в силу (18), (20) охватываются компонентами фундаментальных геометрических объектов третьего порядка исходного распределения H в K_n.

Резюме. Доказаны следующие предложения:

Теорема 1. При задании регулярного гиперполосного распределения m-мерных линейных элементов H в проективно-метрическом пространстве K_n индуцируются:

1) в третьей дифференциальной окрестности проективно-метрическое пространство $\overline{K}_n$, двойственное K_n относительно инволютивного преобразования структурных форм по закону (13); при этом уравнение абсолюта $\overline{Q}^2_{n-1}$ пространства $\overline{K}_n$ относительно тангенциального репера (15) имеет вид (23), где коэффициенты $\overline{g}_{I0}$ и $\overline{a}_{IK}$ определяются соответственно во второй и третьей дифференциальных окрестностях элемента исходного распределения H в K_n;

2) во второй дифференциальной окрестности многообразие $\overline{H}$ в $\overline{K}_n$, двойственное исходному распределению H, причем его дифференциальные уравнения в тангенциальном репере (15) имеют вид (16), аналогичный уравнениям (5) распределения H в K_n.

Теорема 2. Многообразие $\overline{H}$, двойственное исходному взаимному регулярному гиперполосному распределению m-мерных линейных элементов H, также является взаимным.

Теорема 3. Семейство гиперплоскостей второго порядка (23), вообще говоря, не совпадает с семейством касательных к абсолюту Q^2_{n-1} (2) гиперплоскостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лаптев, Г. Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий / Г. Ф. Лаптев // Труды Московского математического общества. – М., 1953. – Т. 2. – С. 275–382.

2. *Столяров, А. В.* Двойственная теория оснащенных многообразий / А. В. Столяров. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 1994. – 290 с.

3. *Столяров, А. В.* Внутренняя геометрия проективно-метрического пространства / А. В. Столяров // Дифференциальная геометрия многообразий фигур : сб. науч. тр. – Калининград : Калининградский университет, 2001. – Вып. 32. – С. 94–101.

4. *Фиников, С. П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии / С. П. Фиников. – М. ; Л. : ГИТТЛ, 1948. – 432 с.

УДК 618.36-008.64-07

ДОППЛЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВОТОКА ПРИ ПЛАЦЕНТАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

DOPPLEROMETRIC BLOOD CIRCULATION RATES IN CASE OF PLACENTAL INSUFFICIENCY

Т. Л. Смирнова, Г. Л. Драндров

T. L. Smirnova, G. L. Drandrov

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. Проведено обследование беременных сроком 36–41 неделя гестации. Проводилось допплерометрическое исследование маточно-плацентарного, плодово-плацентарного, артериального кровотока плода у женщин с неосложненной беременностью и беременностью, осложненной плацентарной недостаточностью.

Abstract. The examination of pregnant women in their 36–41 weeks of gestation has been carried out. Dopplerometric study of maternal placental, fetal placental arterial blood circulation of the fetus of women with normal pregnancy and pregnancy with placental insufficiency has been carried out.

Ключевые слова: *плацентарная недостаточность, допплерометрия маточной артерии, артерии пуповины, аорты плода.*

Keywords: *placental insufficiency, dopplerometria of maternal artery, funicular artery, fetal aorta.*

Актуальность исследуемой проблемы. В последние годы отмечается рост перинатальной патологии. Более 60 % патологии возникает в перинатальном периоде, а одной из основных причин ее развития является плацентарная недостаточность (ПН). Плацентарная недостаточность – синдром, обусловленный морфофункциональными изменениями, возникающий в результате сложной реакции плаценты и плода в ответ на различные патологические состояния материнского организма. Патогенез ПН заключается в нарушениях, происходящих в плодово-маточном и маточно-плацентарном комплексах с изменением компенсаторно-приспособительных реакций на молекулярном, тканевом и клеточном уровнях [2].

Эффект Доплера основан на изменении частоты звуковой волны в зависимости от скорости наблюдаемого излучателя. При допплерометрии сосудов матки и плода происходит изменение частоты отраженного ультразвукового сигнала от неравномерно движущейся среды – крови в сосудах. Изменения частоты отраженного сигнала регистрируются в виде кривых скоростей кровотока (КСК). Методика допплерометрии является ведущим методом исследования кровообращения в функциональной

системе мать – плацента – плод и предусматривает получение кривых скоростей кровотока, вычисление индексов сосудистого сопротивления, анализ полученных результатов. Определяются уголнезависимые индексы сосудистого сопротивления: пульсационный индекс (ПИ), индекс резистентности (ИР), систоло-диастолическое отношение (СДО).

Изменение показателей кривых скоростей кровотока предшествует появлению клинических симптомов.

Материал и методика исследований. Контрольную группу составили 60 беременных женщин с неотягощенным течением беременности. Во вторую группу вошли 120 беременных с ПН. Инструментальные исследования выполнены на ультразвуковом приборе «Aloka», работающем в импульсном доплеровском режиме с использованием ЦДК, конвексным датчиком с частотой 3,5 МГц. Проводилась фетометрия, плацентография, оценка количества околоплодных вод, допплерометрическое исследование маточно-плацентарного, плодово-плацентарного кровотока.

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно классификации нарушений маточно-плацентарного и плодово-плацентарного кровотока [4] выделяют три степени тяжести гемодинамических нарушений:

I степень: А – нарушение маточно-плацентарного кровотока при сохранном плодово-плацентарном кровотоке, Б – нарушение плодово-плацентарного кровотока при сохранном маточно-плацентарном кровотоке;

II степень: одновременное нарушение маточно-плацентарного кровотока и плодово-плацентарного кровотока, не достигающее критических изменений (сохранен конечно-диастолический кровоток);

III степень: критические нарушения плодово-плацентарного кровотока (отсутствие кровотока или реверсный диастолический кровоток) при сохранном либо нарушенном маточно-плацентарном кровотоке.

В медицинской практике ПН различается по следующим формам: компенсированная, субкомпенсированная, декомпенсированная.

Отличительной чертой кровотока в маточных артериях в III триместре неосложненной беременности является наличие высокой конечной максимальной диастолической скорости кровотока, что характерно для сосудистых систем с низким периферическим сопротивлением.

При допплерометрическом исследовании кровообращения у беременных с компенсированной фетоплацентарной недостаточностью обнаружено, что у 45,3 % отмечалось повышение показателей сосудистой резистентности, что проявлялось в снижении диастолического компонента кровотока в маточных артериях и артерии пуповины (табл. 1). Полученные данные согласуются с результатами исследований, указывающими на наличие в первую очередь нарушений маточно-плацентарного кровообращения и адаптивного вовлечения плодово-плацентарного отдела [1].

При субкомпенсированной ПН выявлены повышенные показатели сосудистой резистентности системы мать – плацента – плод, проявляющиеся в снижении диастолического компонента кровотока.

Таблица 1

Результаты допплерометрии маточных артерий в сравнении с показателями среднего артериального давления при сроке беременности 36–41 неделя

Показатели	Максимальная систолическая скорость кровотока, см/с	Минимальная диастолическая скорость кровотока, см/с	Систоло-диастолическое отношение	Индекс резистентности
У женщин с физиологически протекающей беременностью	52,4±0,52	26,12±0,58	2,23±0,056	0,5
У беременных с плацентарной недостаточностью:				
– компенсированная форма	54,48±0,54*	23,12±0,58*	2,36±0,056*	0,58
– субкомпенсированная форма	49,25±0,52*	20,5±0,56*	2,49±0,054*	0,6
– декомпенсированная форма	46,710±0,58*	16,9±0,52*	2,58±0,056*	0,64

*P<0,001 – достоверность различий показателей по сравнению с контрольной группой

При декомпенсированной ПН происходят необратимые гемодинамические изменения в системе мать – плацента – плод. В результате проведенного допплерометрического исследования маточно-плацентарного и плодового кровообращения у беременных с декомпенсированной ПН было установлено повышение показателей сосудистой резистентности. В данном случае нарушения в маточно-плацентарном звене проявляются в снижении диастолического компонента кровотока в маточных артериях. Следует отметить, что в плодово-плацентарном звене диастолический кровоток отсутствует или регистрируется ретроградный компонент кровотока в артерии пуповины. У всех беременных с декомпенсированной ПН нарушения кровотока сочетаются с появлением дикротической выемки. Повышение сосудистого сопротивления в маточной артерии, артерии пуповины является финальной стадией нарушений.

При допплерометрии артерии пуповины показатели кровотока при ПН отличались от показателей беременных контрольной группы. Систоло-диастолическое отношение у беременных контрольной группы составило 2,19±0,03, индекс резистентности – 0,68. При субкомпенсированной форме ПН значение индекса резистентности достигает 0,95.

Известно, что экстрагенитальные заболевания приводят к системным изменениям гемодинамики [3]. Наиболее часто встречающиеся экстрагенитальные заболевания у беременных: болезни сердечно-сосудистой системы (80 %), заболевания почек и мочевыводящих путей (20 %), заболевания органов дыхания (10 %), заболевания желудочно-кишечного тракта и печени (8 %), сахарный диабет (0,8 %), анемия (35 %).

При нарушении кровотока степени IA синдром задержки развития внутриутробного плода (ЗВУР) развивается в 92,2 %, причем при ухудшении кровотока с одной стороны в 69,9 %, с двух сторон – 91,8 %. При нарушении кровообращения IБ ЗВУР развивается в 83,1 % случаев. При одновременном снижении маточно-плацентарного и фетоплацентарного кровотока задержка внутриутробного развития плода наблюдается в 100 %.

Под влиянием терапии возможно улучшение гемодинамики. При этом нарушение кровообращения в маточно-плацентарном звене менее подвержено положительной гемодинамике, чем в плодово-плацентарном звене, что можно объяснить наличием патоморфологических изменений в сосудах матки. Однако эти изменения в плаценте и гипоксия плода приводят к ряду перинатальных осложнений (табл. 2).

Таблица 2

Перинатальные исходы при плацентарной недостаточности, %

Осложнение	Частота осложнения, %
Реанимационные мероприятия	4,9
Перевод в специализированные отделения	24,1
Дыхательные расстройства	10,25
Недоношенность	14,2
Внутриутробное инфицирование	4,7
Гипотрофия I-II степени	14,65
Гипотрофия III степени	7,1
Гипоксически-ишемическое поражение ЦНС	20,1

Допплерометрическое исследование кровотока в системе мать – плацента – плод позволяет судить о морфологической структуре ворсинчатого хориона. Наблюдается наличие и сохранение высокой резистентности маточных артерий, обусловленное отсутствием полноценной инвазии трофобласта и другими специфическими морфологическими изменениями, составляющими основу последующих нарушений маточно-плацентарного кровообращения.

Результаты допплерометрического исследования у беременных с ПН выявили нарушения маточно-плацентарной гемодинамики, которые преимущественно развивались при гестозе. Отмечалось повышение показателей сосудистой резистентности в маточных артериях, проявляющееся в снижении диастолического компонента кровотока. Данные изменения свидетельствуют о нарушении процесса инвазии трофобласта в миометральный сегмент спиральных артерий, подтверждающегося морфологическими исследованиями плацентарных сосудов и спиральных артерий.

При обследовании состояния плодово-плацентарного кровотока отмечено увеличение показателей сосудистой резистентности, коррелирующее со степенью тяжести ПН. При I степени к доношенному сроку беременности показатели сосудистого сопротивления возрастали на 29 %, II степени – на 50 %, при III степени – на 90 %. Повышение сопротивления кровотоку в артерии пуповины обусловлено нарушением васкуляризации ворсин хориона и уменьшением диффузионной поверхности ворсинчатого хориона.

Резюме. Допплерометрическое обследование позволяет объективно оценивать гемодинамические показатели и прогнозировать состояние внутриутробного плода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лукьянова, Е. В.* Роль нарушений формирования ворсинчатого дерева в патогенезе плацентарной недостаточности / Е. В. Лукьянова, И. Н. Волощук, А. Д. Липман и др. //Акуш. и гин. – 2009. – № 2. – С. 5–8.

2. *Рыбин, М. В.* Плацентарная недостаточность при гестозе: патогенез, диагностика, оценка степени тяжести и акушерская тактика : автореф. дис. … канд. мед. наук : 14.00.01 / М. В. Рыбин. – М., 2007. – 46 с.

3. *Стрижаков, А. Н.* Система гемостаза у беременных с гестозом и плацентарной недостаточностью / А. Н. Стрижаков, А. Д. Макацария, И. В. Игнатко и др. // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. – 2007. – № 3. Т. 6. – С. 5–12.

4. *Стрижаков, А. Н.* Сравнительный анализ допплерометрии и морфологического исследования плаценты и спиральных артерий в оценке гемодинамических нарушений в системе мать–плацента–плод / А. Н. Стрижаков // Акуш. и гин. – 1991. – № 3. – С. 24–29.

УДК 618.36:611.018.1

ЭКСПРЕССИЯ CD-68-ПОЗИТИВНЫХ МАКРОФАГОВ ПРИ ПЛАЦЕНТАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

CD-68 POSITIVE MACROPHAGES EXPRESSION IN CASE OF PLACENTAL INSUFFICIENCY

Т. Л. Смирнова, В. Е. Сергеева

T. L. Smirnova, V. E. Sergeeva

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары

Аннотация. Изучены локализация и количество CD-68-позитивных макрофагов в плаценте родильниц с плацентарной недостаточностью. Экспрессия CD-68 маркера макрофагов у пациенток с компенсированной, субкомпенсированной, декомпенсированной формами плацентарной недостаточности повышается. Обнаружено, что при плацентарной недостаточности возрастают содержание биогенных аминов в люминесцирующих гранулярных макрофагах и экспрессия CD-68-позитивных макрофагов.

Abstract. CD-68 expression of macrophages marker in case of patients' with compensated, subcompensated, decompensated forms of placental insufficiency increases. It is discovered that in case of placental insufficiency the quantity of biogenic amines in luminiscent granular macrophages and CD-68 positive macrophages expression increases.

Ключевые слова: *CD-68-позитивные макрофаги, биогенные амины, плацента, плацентарная недостаточность.*

Keywords: *CD-68 positive macrophages, biogenic amines, placenta, placental insufficiency.*

Актуальность исследуемой проблемы. Плацентарная недостаточность (ПН) является основной проблемой акушерства и неонатологии. В ходе научных исследований были выявлены микроструктуры, активность которых различна в норме и ряде осложнений беременности.

Плацента является провизорным нейроэндокринноиммунным органом, клеточные элементы которого синтезируют биологически активные вещества: гепарин, гистамин, серотонин, катехоламины, мелатонин, оксид азота, простагландины. Важнейшая роль в биосинтезе медиаторов принадлежит люминесцирующим гранулярным макрофагам. В настоящее время изучению реакции плаценты при осложнениях беременности уделяется значительное внимание. Выявлены мелатонинсодержащие макрофаги в плаценте [4]. Наши исследования показали наличие в люминесцирующих гранулярных клетках биогенных аминов: катехоламинов, серотонина, гистамина. Целью настоящего исследования явилась морфологическая идентификация люминесцирующих гранулярных биоаминсодержащих клеток.

Материал и методика исследований. Материалом для исследования служила плацента родильниц с доношенной беременностью. Пациенты разделены на группы: контрольную группу (КГ) составили 50 родильниц с физиологически протекавшей беременностью; экспериментальную группу составили 125 родильниц с ПН.

Для проведения иммуногистохимической реакции с антителами CD-68 (маркер макрофагов, 1:60 Novocasta) использовали одностандартный протокол с высокотемпературной демаскировкой антигена в цитратном буфере (pH 6,0). В качестве вторичных антител использовали универсальный набор, содержащий биотинилированные антимышиные иммуноглобулины. Для визуализации реакции применяли комплекс авидина с биотинилированной пероксидазой хрена, затем для проявления использовали диаминобензидин (ABC-kit, Dako).

Для морфометрического исследования использовали систему компьютерного анализа микроскопических исследований микроскопических изображений, состоящую из цифровой камеры Canon A 540 с разрешением 6.0 Мп, персонального компьютера на базе Intel Pentium 4, программного обеспечения «SigmaScan Pro 5.0». В каждом случае анализировали 5 полей зрения при увеличении микроскопа 400. Относительную площадь экспрессии CD-68 рассчитывали как отношение площади, занимаемой иммунопозитивными клетками, к общей площади клеток в поле зрения и выражали в процентах. Оптическую плотность экспрессии CD-68 измеряли в условных единицах.

Результаты исследований и их обсуждение. При иммуногистохимическом исследовании обнаружено, что макрофаги плаценты дают CD-68-позитивное мембранное окрашивание (рис. 1).

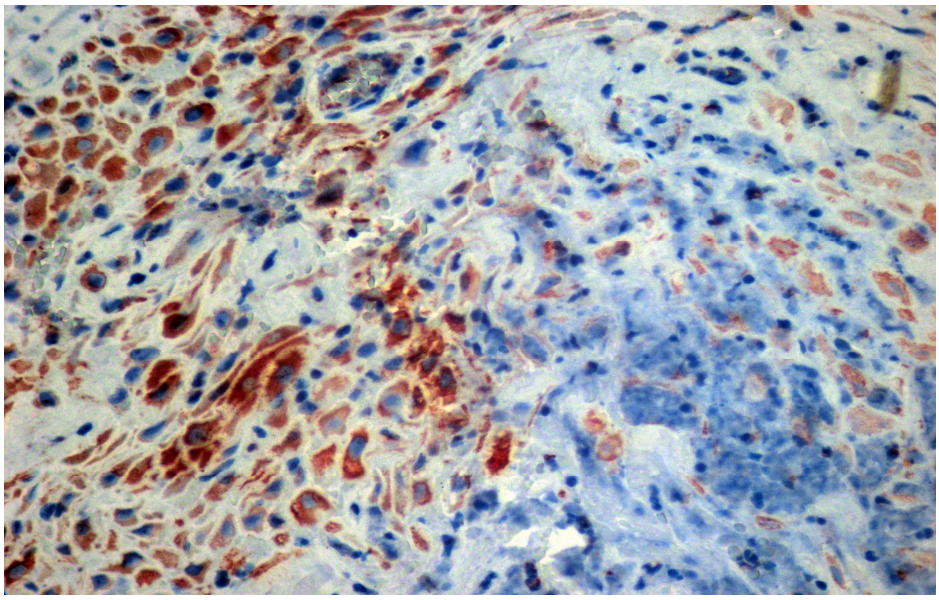


Рис. 1. ***Иммуногистохимическая реакция с моноклональными антителами CD-68 в строме ворсин плаценты. Увеличение х400***

Экспрессия CD-68-позитивных плацентарных макрофагов у пациенток с ПН выше, чем у пациенток с физиологически протекавшей беременностью (табл. 1).

Таблица 1

Показатели относительной площади иммуногистохимического окрашивания и оптической плотности экспрессии CD-68

Клинические группы	Относительная плотность окрашивания, %	Оптическая плотность в относительных единицах
Контрольная группа	0,89±0,21	0,13±0,06
Плацентарная недостаточность:		
– компенсированная стадия	1,95±0,45*	0,26±0,08*
– субкомпенсированная стадия	2,85±0,36	0,30±0,02
– декомпенсированная стадия	2,35±0,12	0,34±0,07

Примечание: *P<0,05 по отношению к контрольной группе

У родильниц КГ относительная плотность окрашивания CD-68-позитивных макрофагов составила 0,89±0,21 %, а при развитии компенсированной формы ПН – 1,95±0,45 %. При усугублении тяжести форм ПН наблюдается также повышение относительной плотности окрашивания макрофагов.

При изучении оптической плотности макрофагов плаценты выявлено, что в плаценте родильниц контрольной группы CD-68-позитивные макрофаги имеют плотность 0,13±0,06 относительных единиц, а при декомпенсированной форме фетоплацентарной недостаточности оптическая плотность достигает 0,34±0,07 относительных единиц.

Полученные данные показывают, что при ПН экспрессия CD-68-позитивных плацентарных макрофагов возрастает. В ряде научных работ отмечены иммунологические механизмы контроля развития плаценты. Хроническая гипоксия приводит к усилению выработки ряда факторов макрофагами плаценты [5]. Учитывая, что макрофаги плаценты синтезируют и накапливают биогенные амины, можно предположить, что данный механизм обеспечивается нейроэндокриноиммунной системой организма беременной женщины.

В последнее время появляются данные, свидетельствующие о наличии взаимосвязей между молекулярными механизмами, вовлеченными в трансдукцию сигнализации аминов, и молекулярными факторами, обеспечивающими иммунную реакцию [6]. Повышение уровня медиаторов и реакция клеток плаценты на них являются мощным стимулом к прогрессированию ПН [7].

В ряде научных работ описаны клеточно-опосредуемые механизмы: Th2-клетки способствуют сохранению беременности, а реакции, опосредованные Th1-клетками, индуцируют преждевременные роды при ряде осложнений беременности [1].

В научных работах последних лет отмечена роль гормонов в обеспечении гестационного процесса. При физиологическом течении беременности прогестерон воздействует на CD-56-клетки иммунной системы, способствует выработке интерлейкинов 3, 4, 10, 13 и блокирует выработку провоспалительных цитокинов ФНО-α, интерферон, интерлейкины 1, 6 [2], [3]. Известно, что при ПН снижается продукция прогестерона и, следовательно, усиливается выработка провоспалительных цитокинов. В свою очередь,

провоспалительные цитокины, вырабатываемые макрофагами, приводят к тромбообразованию в плаценте за счет влияния на все звенья системы свертывания крови.

Возможно включение постановки гистохимической реакции CD-68 в диагностику ПН наряду с комплексом гистологических подходов выявления патологии плаценты и степени выраженности патоморфологических нарушений с учетом маркеров апоптоза и клеточной пролиферации.

Резюме. Полученные результаты показывают, что CD-68-позитивные макрофаги способствуют формированию плацентарной недостаточности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Березовский, Ю. С.* Иммунокомпетентные клетки в децидуальной ткани при нормальной беременности и раннем невынашивании / Ю. С. Березовский // Арх. патологии. – 2001. – № 4. – С. 44–48.

2. *Зубжицкая, А. Б.* Роль цитокинов в механизме дисфункции эндотелия при гестозе / А. Б. Зубжицкая, Л. А. Иванова, Е. В. Мозговая // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2003. – № 2. – С. 16–21.

3. *Линькова, Н. С.* Роль плацентарных макрофагов в патогенезе гестоза у женщин разных возрастных групп / Н. С. Линькова, А. В. Костылев, И. Н. Костючек, И. М. Кветной // Успехи геронтологии. – 2009. – № 22. – Т. 22. – С. 503–506.

4. *Рулева, А. В.* Роль биогенных аминов в формировании плацентарной недостаточности при гестозе : автореф. дис. … канд. мед. наук : 14.00.01, 14.00.15 / А. В. Рулева. – СПб., 2007. – 24 с.

5. *Сельков, С. А.* Иммунологические механизмы контроля развития плаценты / С. А. Сельков, Д. И. Соколов // Журн. акуш. и жен. болезней. – 2010. – № 1. – С. 6–10.

6. *Сергеева, В. Е.* Люминесцентно-гистохимическая характеристика ранней реакции моноаминсодержащих структур тимуса на антигенные воздействия / В. Е. Сергеева, Д. С. Гордон. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 1992. – 352 с.

7. *Смирнова, Т. Л.* Плацента. Этапы развития / Т. Л. Смирнова // Вестник Чувашского университета. – 2009. – № 2. – С. 73–79.

УДК 613.25+612,015.3; 616-07

СКРИНИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У НАСЕЛЕНИЯ Г. ЧЕБОКСАРЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ОЖИРЕНИЯ

SCREENING RESEARCHES OF THE METABOLISM OF THE POPULATION IN CHEBOKSARY FOR REVEALING AND PREVENTION OF OBESITY

К. Ю. Тенюкова[1], В. А. Козлов[2]

K. Y. Tenyukova[1], V. A. Kozlov[2]

[1]*МУЗ «Городская больница № 5», г. Чебоксары,*

[2]*ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары*

Аннотация. Используя скрининговые методы (биоимпедансметрия, содержание липидов и сахара в крови и др.), обследовали более 2000 человек (мужчин и женщин старше 18 лет) и выявляли наличие ожирения и ранних нарушений обмена веществ у многих пациентов к 50–60 годам жизни.

Abstract. Using screening methods (bioimpedansmetria, the contenet of lipids and sugar in blood, etc.) more than 2000 persons (men and women older than 18) were examined. It was revealed that many patients aged 50–60 suffer from early metabolic disturbance and obesity.

Ключевые слова: *скрининговые исследования населения, биоимпедансметрия, липиды крови, профилактика атеросклероза, рациональное питание.*

Keywords: *screening researches of population, bioimpedansmetria, blood lipids, atherosclerosis prophylaxis, a balanced diet.*

Актуальность исследуемой проблемы. В настоящее время ожирением считается состояние наличия избыточного количества жира в организме, обычно определяемое как избыточный вес, которое представляет серьезную опасность для физического здоровья. Ожирение, вследствие развития атеросклероза сосудов, ведет к повышенному риску возникновения ряда осложнений (ИБС, инфаркта миокарда, инсульта, артериальной гипертензии, сахарного диабета 2-го типа, холецистита и желчнокаменной болезни, артритов и артрозов, поражений позвоночника, метаболического синдрома и др.) [4]. Результаты выборочных исследований, проведенных в России, свидетельствуют, что в настоящее время не менее 30 % трудоспособного населения нашей страны имеют избыточную массу тела и 25 % – ожирение [2]. Значительное ожирение сопряжено с повышенной смертностью у мужчин и женщин при заболеваниях сердца, нарушениях мозгового кровообращения, заболеваниях почек (нефрита), печени (цирроза), сахарного диабета [1, 11]. Исследования распространенности данной патологии в Чувашской Республике недостаточны, что определило актуальность выбранной темы.

Целью исследования явилось выявление с помощью скрининговых исследований распространенности у населения избыточного веса, ожирения, изменений липидного обмена для последующего формирования рационального питания и профилактики ожирения.

Материал и методика исследований. Согласно Постановлению Правительства РФ от 18.05.2009 № 413 [5], Приказу МЗСР РФ от 19.08.09 № 597н [6] на базе Центра здоровья МУЗ «Городская больница № 5» г. Чебоксары было обследовано более 2000 спонтанно обратившихся человек (мужчин и женщин старше 18 лет). Все участники были разделены на возрастные группы: от 18 до 30, от 30 до 40, от 40 до 50, от 50 до 60, от 60 до 70, от 70 до 80 лет. С целью выявления у обследуемых лиц ранних изменений липидного обмена или ожирения были проведены следующие диагностические мероприятия:

1) биоимпедансметрия для анализа внутренних сред организма (процентного соотношения воды, мышечной и жировой ткани) с помощью программно-аппаратного комплекса АВС-01 «Медасс», предназначенного для экспресс-диагностики различных регионов тела с целью обнаружения нарушений гидратации тканей и липидного обмена. В программе оценки состава тела определялись следующие диагностические параметры: безжировая (тощая) масса; жировая масса; количество общей воды организма; количество активной клеточной массы организма; фазовый угол, вычисляемые программно и сохраняемые в цифровой форме в виде табличного, динамически обновляемого протокола;

2) определение общего холестерина и глюкозы в крови с помощью экспресс-анализатора «МикроБиАн»;

3) изучение липидограммы крови (холестерин, триглицериды, β-липопротеиды, липопротеиды очень низкой плотности (ЛПОНП), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) колориметрическим методом, количественное определение концентраций аполипопротеинов (АПО А и АПО В) и С-реактивного белка турбидиметрическим и нефелометрическим методом с помощью аналитических наборов «АПО А1-ВИТАЛ», «АПО В100-ВИТАЛ»;

4) ангиологический скрининг с помощью автоматического двунаправленного допплер-анализатора Smartdop 30 EX, измеряющего систолическое артериальное давление и рассчитывающего плече-лодыжечный индекс.

Статистический анализ полученных данных осуществлен с помощью метода χ^2 по McNemar.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты обследований свидетельствуют о преобладании изменений в сердечно-сосудистой системе и в обменных процессах пациентов, причем выявленные отклонения от нормы в разных возрастных группах определяются по-разному, что, возможно, связано с определенным питанием, образом жизни и вредными привычками населения. С помощью биоимпедансметрии осуществляли типирование обследованных по степени ожирения: норма, фитнес-стандарт, истощение, избыточный вес, ожирение 1 степени, ожирение 2 степени, ожирение 3 степени [3]. Нормальный вес, фитнес-стандарт и истощение наблюдались чаще в молодом возрасте. Показатели, соответствующие условной норме, наблюдались только у одной трети обследованных пациентов (норма – 25,25 %, фитнес-стандарт – 11,25 %), в основном преобладали пациенты с избыточным весом (33,2 %, χ^2 p=0,0162) и ожирением 1 степени (19,85 %, χ^2 p=0,0006), меньше – 2 степени (4,4 %, χ^2 p=0,0000), еще меньше – с ожирением 3 степени (1,25 %, χ^2 p=0,0000). Пациенты с избыточным весом и ожирением 1 степени определялись уже в группе от 18 до 30 лет, в последующих группах их количество

увеличивалось, достигало максимума в группе от 50 до 60 лет, а затем снижалось. Количество лиц с ожирением 2 и 3 степени возрастало в группах от 40 лет и старше. Истощение наблюдалось в группах от 18 до 30 и от 30 до 40 лет, далее встречались единичные случаи. С увеличением возраста пациентов, по данным биоимпедансметрии, наблюдалась тенденция к увеличению избыточного веса и ожирения различной степени и уменьшению частоты нормальных показателей, фитнес-стандарта и истощения.

Экспресс-методом определения холестерина и сахара в крови было установлено, что проявления гиперхолестеринемии (11,3 %) и единичные случаи гипергликемии (1,5 %) у обследуемых наблюдаются в основном с увеличением возраста. При этом, по данным ангиологического скрининга, возрастает количество повреждений сосудов по атеросклеротическому типу (34,1 %, χ^2 p=0,04) у пациентов старше 40 лет.

Повышение содержания общего холестерина, аполипопротеинов А (АПО-А) и триглицеридов крови при изучении развернутой липидограммы определялось у лиц от 40 лет и старше, причем как в группах риска, так и в группах патологии, и увеличивалось с возрастом. Та же тенденция прослеживалась и у липопротеидов низкой (ЛПНП) и очень низкой (ЛПОНП) плотности, только изменения этих фракций начинались уже в возрастной группе от 18 лет. Содержание липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) в норме оказалось только у 1/3 пациентов (28 %), 54 % попали в группу риска (χ^2 p=0,0481) и 18 % – в группу патологии (χ^2 p=0,0000). Изменение этой фракции определялось во всех возрастных группах примерно в одинаковых соотношениях. Отклонение от нормы аполипопротеинов В (АПО В), как и ЛПВП, определялось уже в группе от 18 до 30 лет (при нормальном показателе общего холестерина) и увеличивалось с возрастом. В целом изменение АПО В наблюдается фактически у половины обследуемых – 48 %. Коэффициент атерогенности (ЛПНП=(холестерин – ЛПВП)/ЛПВП) увеличивался с их возрастом.

Резюме. Скрининговые исследования обмена веществ, проводимые в Центрах здоровья, играют важную роль в выявлении ранних нарушений обмена в организме и ожирения у людей, имеют большое практическое значение для формирования рационального питания, профилактики ожирения у населения. Выявленные у обследованных жителей г. Чебоксары, считавших себя относительно здоровыми, нарушения липидного обмена позволили с учетом возраста и особенностей организма целенаправленно провести индивидуальную корректировку образа жизни за счет назначения рационального питания, отказа от вредных привычек: табакокурения, употребления алкоголя и т. п. Лечебные рекомендации заключались в ограничении употребления жиров и углеводов, снижении калорийности пищи, частом, дробном питании, гипохолестериновой диете (при повышении уровня холестерина крови), для пациентов пожилого возраста и лиц, имеющих отклонения в здоровье, – в увеличении физической активности (дозированная физическая нагрузка: ходьба 60–90 мин в день, утренняя гимнастика), для здоровых лиц молодого и среднего возраста – в увеличении физической нагрузки (бег, плавание, ходьба на лыжах, фитнес-центр и тренажерный зал, велоспорт), при истощении – в назначении рационального усиленного питания [7], [8], [9], [10].

Проведенная с обследованными диагностическая и коррекционная работа оказалась элементом положительного внушения, которое позволило легче и более активно приступить к изменению жизненного стереотипа с целью улучшения их физического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аметов, А. С.* Ожирение и сердечно-сосудистые заболевания / А. С. Аметов, Т. Ю. Демидов, А. Л. Целиковская // Тер. архив. – 2001. – Т. 73, № 8. – С. 66–69.

2. *Мельниченко, Г. А.* Ожирение в практике эндокринолога / Г. А. Мельниченко // Русский медицинский журнал. – 2001. – № 2. – С. 82–87.

3. *Николаев, Д. В.* Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д. В. Николаев и др. – М. : Наука, 2009. – 392 с.

4. *Перова, Н. В.* Ожирение ведет к атеросклерозу / Н. В. Перова, В. А. Метельская // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2004. – № 1. – С. 40–45.

5. *«О финансовом* обеспечении в 2009 году за счет ассигнований федерального бюджета мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни у граждан Российской Федерации, включая сокращение потребления алкоголя и табака»: постановление Правительства РФ от 18 мая 2009 г. № 413 // Собр. законодательства РФ. – 2009. – 18 мая. – С. 2563.

6. «*Об организации* деятельности Центров здоровья по формированию здорового образа жизни у граждан Российской Федерации, включая сокращение потребления алкоголя и табака»: Приказ МЗСР РФ 19 августа 2009 г. № 597н // Собр. законодательства РФ. – 2009. – 19 августа.

7. *Тенюкова, Е. В.* Роль Центра здоровья в формировании рационального питания населения / Е. В. Тенюкова, К. Ю. Тенюкова, В. В. Тенюков // Матер. 11 Международ. науч. студ. конф. «Клинические и теоретические аспекты современной медицины». – М., 2010. – С. 540.

8. *Тенюкова, К. Ю.* Скрининговые исследования сердечно-сосудистой системы в Центре здоровья / К. Ю. Тенюкова // Сборник тезисов докладов Международ. конгр. «Кардиология на перекрестке наук» совместно с V Междунар. симп. по эхокардиографии и сосудистому ультразвуку, XVII ежегодной науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы кардиологии». – Тюмень, 2010. – С. 255.

9. *Тенюкова, К. Ю.* Скрининг-исследования в Центре здоровья городской больницы / К. Ю. Тенюкова, Д. С. Марков // В мире научных открытий : матер. II Всероссийской науч. конф. «Научное творчество XXI века» с международным участием. – Красноярск, 2010. – С. 107–109.

10. *Тенюкова, К. Ю.* Анализ работы Центра здоровья городской больницы для сохранения индивидуального здоровья граждан и формирования здорового образа жизни / К. Ю. Тенюкова // В мире научных открытий : матер. II Всероссийской науч. конф. «Научное творчество XXI века» с международным участием. – Красноярск, 2010. – С. 109–111.

11. *Coronary* heart disease: reducing the risk. The scientific background for primary and secondary prevention of coronary heart disease. A worldwide view // Intern. Atheroscler. Soc. Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. 1998. – Vol. 8. – P. 205–271.

УДК 636.084.522.6; 636.2.033

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ У БЫЧКОВ В УСЛОВИЯХ НАЗНАЧЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ

CORRELATIVE ANALYSIS OF MORPHOPHYSIOLOGICAL STATE OF OXEN UNDER CONDITION DOMESTICALLY PRODUCED BIOADDITIVES

Г. А. Яковлев

G. A. Yakovlev

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. В моделируемых экспериментальных условиях количество и сила корреляционных отношений между морфофизиологическим статусом и ростовыми, гематологическими, биохимическими и иммунологическими параметрами у исследуемых животных значительно изменялись в разные периоды постнатального онтогенеза.

Abstract. Under simulated experimental conditions the quantity and strength of correlative relations between morphophisiological state and growth, hematological, biochemical and immunological parameters of the animals under investigation were changing considerably at different periods of postnatal ontogenesis.

Ключевые слова: *бычки, корреляционный анализ, морфофизиологическое состояние, «Комбиолакс», «Селенопиран».*

Keywords: *oxen, correlative analysis, morphophysiological status, «Combiolax», «Selenopiran».*

Актуальность исследуемой проблемы. Адаптивные, продуктивные и репродуктивные функции организма крупного рогатого скота при интенсивной технологии ведения молочного и мясного скотоводства реализуются недостаточно. Поскольку проявление генетического потенциала резистентности и продуктивности связано с экологическими условиями, действующими на организм в процессе его жизнедеятельности, то особую значимость приобретает адаптационная пластичность. Она проявляется в способности организма во временном отношении приспосабливаться к изменению экологических условий. Поэтому, изменяя условия экологической среды, можно вызвать как повышение, так и понижение адаптивного потенциала животных [3].

Цель работы – изучение корреляционных отношений между морфофизиологическим состоянием и клинико-физиологическими, гематологическими, биохимическими, иммунологическими показателями у бычков при использовании «Селенопирана» и «Комбиолакса».

Материал и методика исследований. Проведена одна серия научно-хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов. Для этого были сформированы 3 группы бычков-аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, породы, возраста, живой массы по 8 животных в группе. Исследования проводили на фоне сбалансированного кормления по основным показателям в соответствии с нормами и рационами РАСХН [1].

Животных 1 группы (контроль) содержали на основном рационе (ОР). Бычкам 2 группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Комбиолакс» в дозе 1 мл/кг массы тела (м. т.), начиная с 60-дневного возраста, в течение каждых 20 дней с 10-дневными интервалами до 360-дневного возраста. Животным 3 группы в 1-, 25- и 50-й день жизни внутримышечно вводили органический антиоксидант «Селенопиран» в дозе по 0,1 мг/кг м. т. и дополнительно скармливали «Комбиолакс» согласно указанной выше схеме.

Бычков всех групп с 1- до 15-дневного возраста содержали в индивидуальных клетках профилактория, затем до 540-дневного возраста (продолжительность опытов) – в типовых помещениях по традиционной технологии.

У 5 животных из каждой группы на 1-, 30-, 60-, 90-, 120-, 180-, 360- и 540-й день жизни изучали клинико-физиологическое состояние и рост тела, а также гематологический, биохимический и иммунологический профили организма.

Количественную меру связи принято различать по нескольким уровням: слабая связь – при коэффициенте корреляции (r) до 0,30; средняя связь – при r от 0,31 до 0,69; сильная связь – при r от 0,70 до 0,99. Коэффициент корреляции, равный 1, свидетельствует о наличии функциональной связи.

Учитывая то, что структурно-функциональные показатели в течение опытов были меньшими у животных первой (контрольной) группы, большими – у их сверстников третьей (опытной) группы, содержавшихся при сочетанном назначении «Селенопирана» с «Комбиолаксом», изучение корреляционных отношений у бычков интактной и опытной групп проводили между 12 параметрами, объективно отражающими морфофизиологическое состояние организма (масса тела; количество эритроцитов; концентрация гемоглобина, аутобляшкообразующих клеток (АБОК) и пероксидазы в крови; уровень иммуноглобулинов, альбуминов, γ-глобулинов, кислотной емкости, активность щелочной фосфатазы, перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной системы (АОС) в ее сыворотке), и физиологическим статусом [1], [2].

Установлено, что в период исследований значения степени адаптированности у 30-, 60-, 90-, 120-, 180-, 360- и 540-дневных бычков контрольной группы, выращенных в условиях назначения «Селенопирана» и «Комбиолакса», соответственно составили 27,80; 16,04; 29,92; 26,73; 21,50; 35,10; и 32,97 у. е.; у сверстников опытной группы – 22,92; 12,78; 21,78; 25,78; 19,38; 19,38 и 24,36 у. е. (рис. 1).

Следовательно, у опытных животных в обозначенные сроки исследований в условиях комбинированного назначения «Селенопирана» и «Комбиолакса» значения степени адаптированности были ниже контрольных показателей, что свидетельствует о состоянии более выраженной адаптационной стабильности их организма, обусловленном применением изучаемых иммунокорректоров.

У 30-дневных бычков контрольной группы высокая положительная корреляция была между уровнем АБОК, активностью ПОЛ (r = 0,82), у их сверстников опытной группы – между массой тела, активностью пероксидазы (r = 0,99). В обратной зависи-

мости у изучаемых животных находились следующие показатели: масса тела, активность ПОЛ (r = -0,81); количество эритроцитов, активность АБОК (r = -0,83); уровень гемоглобина, АБОК, активность АОС (r = -0,75); концентрация γ-глобулинов, щелочной фосфатазы (r = -0,83). Кроме того, отрицательные корреляционные отношения в контрольной группе были между массой тела, активностью пероксидазы (r = -0,76), а в опытной – между активностью АБОК и ПОЛ (r = -0,72).

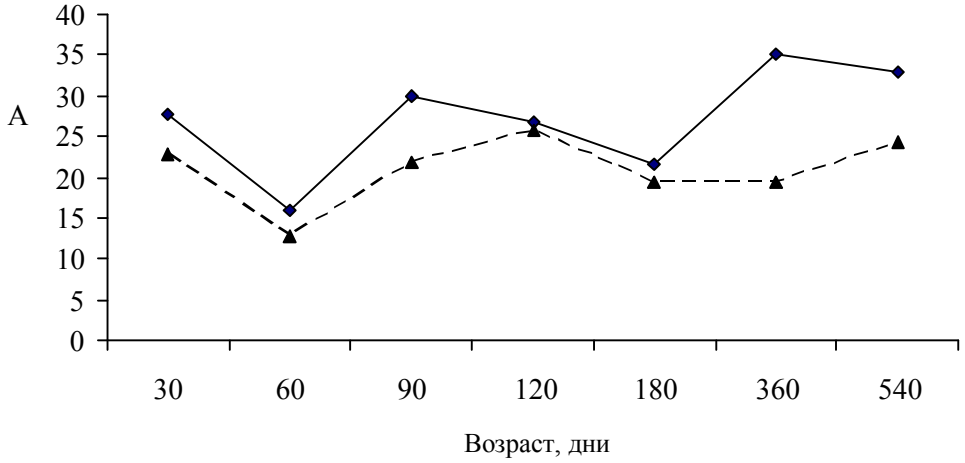


Рис. 1. ***Динамика адаптационных перестроек бычков***:

1; 2 групп

У 60-дневных животных контрольной группы отмечена положительная связь между концентрацией альбуминов и щелочной фосфатазы (r = 0,79), а у сверстников опытной группы – отрицательная (r = -0,87).

90-дневные интактные и опытные бычки имели положительное значение коэффициента корреляции между концентрацией щелочной фосфатазы, активностью АОС (r = 0,78). При этом отрицательные корреляционные отношения были выявлены у них между уровнем АБОК, концентрацией пероксидазы (r = -0,86).

У 120-дневных животных контрольной и опытной групп отмечена высокая положительная корреляция между уровнем иммуноглобулинов и γ-глобулинов (r = 0,98).

180-дневные интактные и опытные бычки имели положительную корреляцию между массой тела и активностью ПОЛ (r = 0,76); концентрацией щелочной фосфатазы и активностью АОС (r = 0,84).

У 360-дневных животных контрольной группы коэффициент корреляции был положительным между уровнем гемоглобина и концентрацией щелочной фосфатазы (r = 0,73), а у сверстников опытной группы – отрицательным (r = -0,71).

У 540-дневных бычков интактной и опытной групп выявлена положительная корреляция между следующими показателями: уровнем иммуноглобулинов и альбуминов (r = 0,77); концентрацией щелочной фосфатазы и активностью АОС (r = 0,86). Наоборот, в обратной зависимости у них находились уровень иммуноглобулинов, активность АОС; концентрация альбуминов и щелочной фосфатазы (r = -0, 89).

Итак, установлено, что в течение экспериментов у 30-, 60-, 90-, 120-, 180-, 360-, 540-дневных бычков третьей (опытной) группы уровень адаптационных перестроек был меньше, чем таковой в контроле (12,78–31,40 против 16,04–46,38 у. е.).

У подопытных животных отмеченные корреляционные отношения между изучаемыми ростовыми, гематологическими, биохимическими, иммунологическими показателями (масса тела; число эритроцитов; уровень гемоглобина, иммуноглобулинов, γ-глобулинов, кислотной емкости, АБОК; активность пероксидазы, щелочной фосфатазы, ПОЛ, АОС) и морфофизиологическим состоянием свидетельствуют о разной степени адаптированности организма к моделируемым экспериментальным условиям.

Резюме. Выявленные у исследуемых бычков возрастные особенности корреляции морфофизиологического статуса с динамикой роста, гематологического, биохимического, иммунологического профилей на различных этапах их жизнедеятельности объективно свидетельствуют о происходящих в организме положительных адаптационных процессах, обусловленных корригирующим воздействием испытуемых биогенных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ашмарин, Б. А.* Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании / Б. А. Ашмарин. – М. : Физкультура и спорт, 1978. − 223 с.

2. *Баевский, Р. М.* Основы экологической валеологии человека / Р. М. Баевский, А. Л. Максимов, А. П. Берсенева ; под общ. ред. Р. М. Баевского. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2001. – 267 с.

3. *Нагайцев, Ф. С.* Влияние экосистемных и антропогенных факторов на здоровье и продуктивность крупного рогатого скота / Ф. С. Нагайцев. – Омск : ИВМ Ом ГАУ, 2003. – 140 с.

УДК 636.084.522.6; 636.2.033

ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИММУНОКОРРЕКТОРОВ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БЫЧКОВ

THE PROOF OF DIRECTED INFLUENCE OF IMMUNOCORRECTORS ON THE MORPHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF OXEN

Г. А. Яковлев, А. А. Шуканов

G. A. Yakovlev, A. A. Shukanov

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Проведена комплексная оценка биологической эффективности использования бычкам «Селенопирана» и «Комбиолакса».

Abstract. A complex estimation of biological effectiveness of the usage to the oxen of Selenopiran and Kombiolax is carried out.

Ключевые слова: *бычки, морфофизиологическое состояние, «Селенопиран», «Комбиолакс».*

Keywords: *oxen, morphophysiological status, «Selenopiran», «Kombiolax».*

Актуальность исследуемой проблемы. Для надежного обеспечения защиты здоровья животных требуется соблюдение нового принципа – эколого-адаптивного, основанного на использовании антиоксидантов, иммунотропных средств, адаптогенов, витаминов, микро-, макроэлементов и т. д., характеризующихся высокой профилактической и лечебной эффективностью и экологической безвредностью для организма [2], [3], [4], [5].

Поэтому разработка и испытание отечественных иммунокорректоров нового поколения, способствующих становлению и развитию морфофизиологического статуса организма сельскохозяйственных животных в среде их обитания, является актуальной проблемой современной биологии и биотехнологии.

В этой связи целью исследований явилось изучение корригирующего воздействия «Селенопирана» и «Комбиолакса» на клинико-физиологическое состояние, рост тела, естественную резистентность и обмен веществ у бычков.

Материал и методика исследований. Проведена одна серия научно-хозяйственных опытов и лабораторных экспериментов. Для этого были сформированы 3 группы бычков-аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, породы, возраста, живой массы по 8 животных в каждой. Исследования проводили на фоне сбалансированного кормления по основным показателям в соответствии с нормами и рационами РАСХН [1].

Животных 1 группы (контроль) содержали на основном рационе (ОР). Бычкам

2 группы на фоне ОР ежедневно скармливали «Комбиолакс» в дозе 1 мл/кг массы тела (м. т.), начиная с 60-дневного возраста, в течение каждых 20 дней с 10-дневными интервалами до 360-дневного возраста. Животным 3 группы в 1-, 25- и 50-й деньжизни внутримышечно вводили органический антиоксидант «Селенопиран» в дозе по 0,1 мг/кг м. т. и дополнительно скармливали «Комбиолакс» согласно указанной выше схеме.

Бычков всех групп с 1- до 15-дневного возраста содержали в индивидуальных клетках профилактория, затем до 540-дневного возраста (продолжительность опытов) – в типовых помещениях по традиционной технологии.

У 5 животных из каждой группы на 1-, 30-, 60-, 90-, 120-, 180-, 360- и 540-й день жизни изучали клинико-физиологическое состояние и рост тела, а также гематологический, биохимический и иммунологический профили организма.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в типовых помещениях, где содержали подопытных животных, в течение исследований параметры микроклимата в целом соответствовали зоогигиеническим нормативам.

Температура тела подопытных бычков волнообразно снижалась от начала к концу исследований (39,0±0,08 – 39,2±0,16 против 38,1±0,28 – 38,3±0,19°С); частота сердечных сокращений и дыхательных движений в мин неуклонно уменьшалась, а число сокращений рубца в 2 мин, наоборот, увеличивалось по отношению к их исходному уровню (соответственно от 125±0,88 – 126±1,50 до 82±1,50 – 83±1,25, от 33±0,50 – 35±0,50 до 20±1,13 – 20±1,50, от 3,6±0,13 – 3,8±0,10 до 5,2±0,48 – 5,4+0,58).

У животных сравниваемых групп имели место полный пульс, ритмичное глубокое дыхание, относительно сильные и полные сокращения рубца. Слизистая оболочка носа была бледно-розового цвета, умеренной влажности, конъюнктива глаз – также бледно-розового цвета с матовым оттенком, волосяной покров – блестящим эластичным, прочно удерживающимся в коже, кожа – упругой, без видимых повреждений, упитанность – средней, поза – естественной, темперамент – живым, поверхностные (предлопаточные, подчелюстные и коленной складки) лимфатические узлы при пальпации – хорошо выраженными и безболезненными, что свидетельствует о здоровом клинико-физиологическом состоянии организма.

Масса тела у бычков второй и третьей групп в течение исследований была значительно выше, чем таковая у интактных сверстников. Так, в их 180-, 360-, 540-дневном возрасте (в конце периодов выращивания, доращивания и откорма) превышение составило соответственно 7,7–12,9 и 15,6–25,7 кг (Р<0,05–0,005) (рис. 1).

В то же время различие в живой массе между сверстниками опытных групп было недостоверным, хотя имела место тенденция более интенсивного роста у животных третьей группы.

Аналогичная закономерность выявлена в динамике среднесуточного прироста массы тела и коэффициента роста у бычков сопоставляемых групп.

Установлено, что у животных третьей группы в условиях комбинированного назначения «Селенопирана» с «Комбиолаксом» начиная с 120-дневного возраста и до конца исследований число эритроцитов превосходило таковое у сверстников контрольной группы. Так, в их 120-, 180-, 360-, 540-дневном возрасте превышение составило 6,7–9,2 % (Р<0,05–0,005).

Динамика уровня гемоглобина в крови бычков сравниваемых групп в целом соответствовала характеру изменений количества эритроцитов. При этом у 60-, 90-, 120-, 180-, 360-, 540-дневных животных третьей группы он был выше на 10,5–14,6 % (Р<0,05–0,001)

по сравнению с таковым у контрольных сверстников. Промежуточное положение по этим гематологическим параметрам между бычками первой и третьей групп занимали их сверстники второй группы.

Аналогичная закономерность обнаружена в динамике уровня иммуноглобулинов, который в 30-, 60-, 90-, 120-, 180-, 360-, 540-дневном возрасте у бычков второй и третьей групп превышал контрольные показатели соответственно на 2,0–7,9 % (P>0,05) и 3,9–10,8 % (P<0,05).

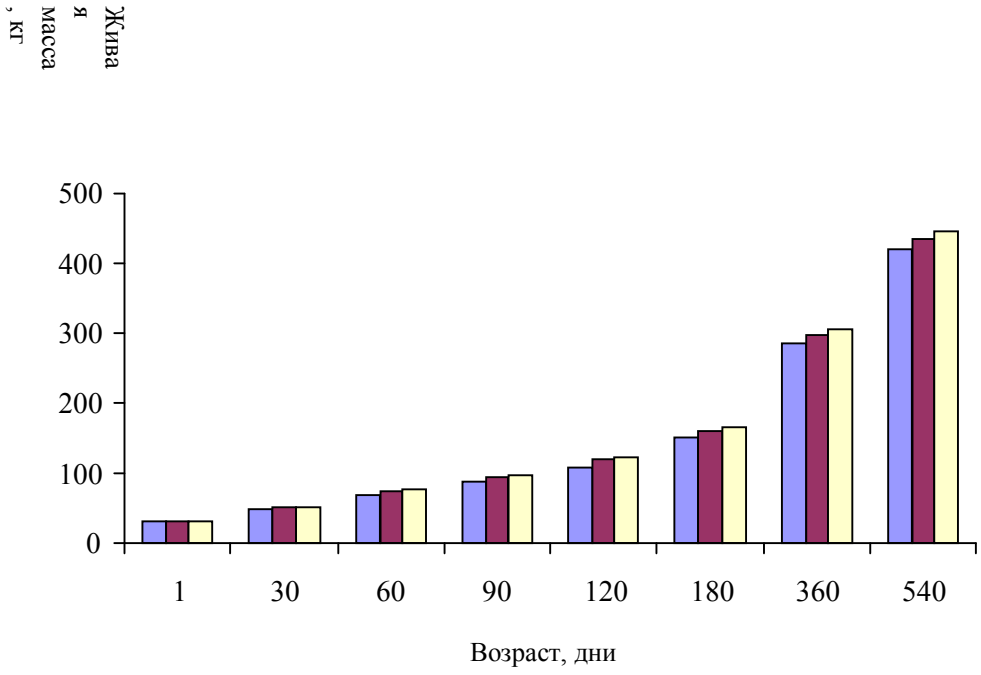


Рис. 1. ***Динамика массы тела бычков:***

1; 2; 3 групп

Количество лейкоцитов у подопытных животных изменялось волнообразно с тенденцией незначительного повышения к концу наблюдений от 7,3±0,29 – 7,6±0,53 до 7,8±0,50 – 8,2±0,44 тыс./мкл. Разница в нем во все сроки исследований была недостоверной.

Активность аутобляшкообразующих клеток (АБОК) неуклонно возрастала у подопытных бычков в связи с их ростом (6,0±0,28 – 6,1±0,25 против 7,7±0,48 – 9,8±0,43 %). При этом она была выше у животных опытных групп во все сроки исследований, особенно в условиях сочетанного назначения «Селенопирана» и «Комбиолакса».

Содержание общего белка и его альбуминовой фракции в сыворотке крови животных сопоставляемых групп постепенно нарастало от начала к концу исследований (53,1±0,28 – 53,8±0,29 против 58,3±0,38 – 0,0±0,38 и 19,8±0,33 – 20,4±0,38 против 23,4±0,23 – 24,4±0,23 г/л соответственно).

Выявлено, что уровень этих биохимических параметров у бычков третьей группы начиная соответственно с их 30-, 60-дневного возраста и до конца исследований был дос-

товерно выше, чем таковой у контрольных сверстников. Среднюю позицию между животными первой и третьей групп занимали их сверстники второй группы.

Характер изменений концентрации γ-глобулиновой и белковой фракций в основном соответствовал динамике содержания общего белка и его альбуминовой фракции. Совершенно иная закономерность обнаружена в динамике уровня α- и β-глобулинов, который волнообразно уменьшался по мере взросления подопытных животных (P>0,05).

Установлено, что уровень кислотной емкости у бычков второй и третьей групп начиная соответственно с их 90-, 30-дневного возраста и до конца опытов был достоверно больше контрольных значений.

У животных сравниваемых групп в возрастном аспекте активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) волнообразно уменьшалась от 7,01±0,095 – 7,13±0,226 до 4,69±0,074 – 6,09±0,110 мВ. Причем у опытных бычков начиная с их 90-, 60-дневного возраста и до завершения экспериментов она была выше таковой у контрольных сверстников на 8,8–23,0 % (P<0,01–0,001) (рис. 2).

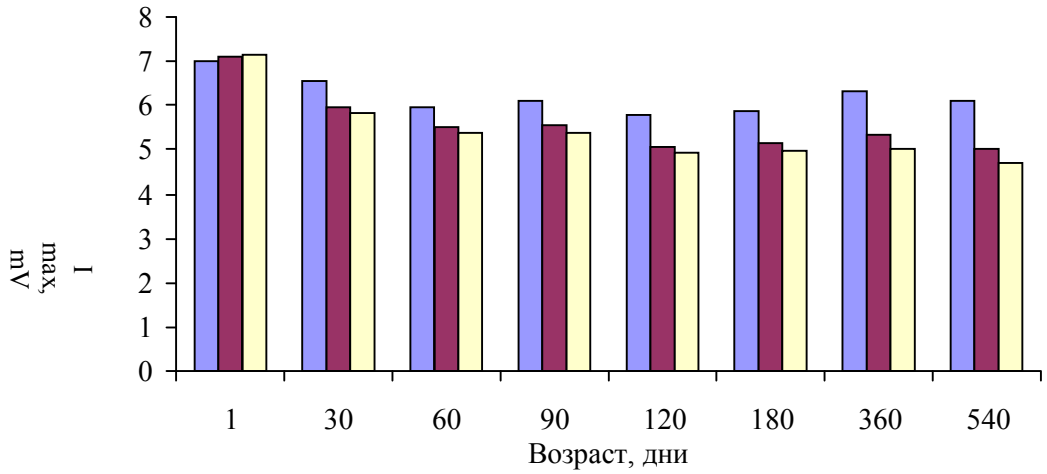


Рис. 2. ***Динамика активности ПОЛ бычков:***

1; 2; 3 групп

Иная закономерность выявлена в характере изменений активности антиоксидантной системы (АОС), которая у животных опытных групп в течение исследований, наоборот, была ниже, чем в контроле.

Минимальная активность пероксидазы в крови подопытных бычков выявлена в 1-й день их жизни (52,4±0,71 – 53,0±0,48 у. е.), а максимальная – в 540-дневном возрасте (35,4±0,68 – 39,2±0,13 у. е). При этом у животных второй и третьей групп начиная с их соответственно 60- и 30-дневного возраста и до конца наблюдений она была достоверно ниже контрольных параметров (P<0,05–0,001).

Отмечено, что динамика концентрации щелочной фосфатазы в сыворотке крови бычков сопоставляемых групп всецело соответствовала характеру изменений активности пероксидазы.

Резюме. Экспериментально доказана физиологическая целесообразность назначения бычкам иммунокорректоров «Селенопиран» и «Комбиолакс», которые обладают достаточно широким спектром положительного биологического воздействия на организм.

Так, опытные животные в 180-, 360- и 540-дневном возрасте (конце периодов выращивания, доращивания и откорма) достоверно превосходили интактных сверстников по массе тела, количеству эритроцитов, уровню гемоглобина, АБОК в крови, содержанию общего белка, альбуминов, γ-глобулинов, иммуноглобулинов, уровню кислотной емкости, активности ПОЛ в ее сыворотке, а по активности пероксидазы, щелочной фосфатазы и АОС, наоборот, – уступали.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калашников, А. П.* Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменов. – М. : КолосС, 2003. – 456 с.

2. *Лысов, В. Ф.* Тип адаптивных реакций у телят в ранний постнатальный период / В. Ф. Лысов, В. И. Максимов, Н. Р. Игламов // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 502.

3. *Любина, Е. Н.* Влияние препаратов β-каротина на антиоксидантную систему и иммунобиологический статус организма свиней : автореф. дис. … канд. биол. наук : 03.00.13, 03.00.04 / Н. Е. Любина. – Боровск, 2006. – 23 с.

4. *Панина, Т. В.* Применение пробиотика-гепатопротектора «биопротектин» при токсических поражениях печени у собак / Т. В. Панина и соавт. // Гастроэнтерология. – 2009. – № 4. – С. 31.

5. *O' Doherty, J. V.* The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from Laminaria spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs / J. V. O' Doherty, S. Dillon, S. Figat, J. J. Callan, T. Sweeney // Animal feed science and technology. – 2010. – Vol. 157. – N. 3. – P. 173–180.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Авилов Олег Эрнестович – соискатель кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Avilov, Oleg Ernestovich – Applicant, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Алтынова Надежда Витальевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры высшей и прикладной математики Чебоксарского политехнического института (филиала) Московского государственного открытого университета, г. Чебоксары

Altynova, Nadezhda Vitalyevna – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Higher and Applied Mathematics, Cheboksary Polytechnical Institute (branch) of Moscow State Open University, Cheboksary

Анисимов Николай Иванович – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Anisimov, Nikolay Ivanovich – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Белова Марьяна Валентиновна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электрооборудования и механизации переработки сельскохозяйственной продукции Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, г. Чебоксары

Belova, Maryana Valentinovna – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Electric Equipment and Mehanization of Agricultural Production Processing, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary

Блинова Алена Дмитриевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Blinova, Alena Dmitrievna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Борцова Олеся Петровна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Bortzova, Olesya Petrovna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Васильева Надежда Николаевна – кандидат биологических наук, доцент, докторант кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Vasilyeva, Nadezda Nikolaevna – Candidate of Biology, Associate Professor, Doctoral Candidate, Department of Anatomy, Physiology and Hygiene of the Human, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Воронов Леонид Николаевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Voronov, Leonid Nikolaevich – Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Гаврилова Алиса Владимировна – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Gavrilova, Alisa Vladimirovna – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Григорьев Станислав Георгиевич – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биоэкологии и географии Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Grigoryev, Stanislav Georgievich – Doctor of Biology, Associate Professor, Professor, Department of Bioecology and Geography, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Григорьева Татьяна Михайловна – аспирант кафедры электрооборудования и механизации переработки сельскохозяйственной продукции Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, г. Чебоксары

Grigoryeva, Tatyana Mikhaylovna – Post-graduate Student, Department of Electric Equipment and Mehanization of Agricultural Production Processings, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary

Драндров Геннадий Леонидович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры акушерства и гинекологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Drandrov, Gennady Leonidovich – Candidate of Medicine, Assistant, Department of Obstetrics and Gynaecology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Еремеев Владимир Николаевич – соискатель кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Eremeev, Vladimir Nikolayevich – Applicant, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Ефимова Людмила Николаевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Efimova, Ludmila Nikolaevna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Зверева Татьяна Витальевна – преподаватель математики Московского политехнического колледжа, г. Москва

Zvereva, Tatiana Vitalyevna – Lecturer of Mathematics, Moscow Polytechnical College, Moscow

Иванов Виталий Станиславович – аспирант кафедры электрооборудования и механизации переработки сельскохозяйственной продукции Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, г. Чебоксары

Ivanov, Vitaly Stanislavovich – Post-graduate Student, Department of Electric Equipment and Mehanization of Agricultural Production Processing, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary

Козлов Вадим Авенирович – доктор биологических наук, кандидат медицинских наук, профессор кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kozlov, Vadim Avenirovich – Doctor of Biology, Candidate of Medicine, Professor, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кондратьева Надежда Викторовна – аспирант кафедры геометрии Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kondratyeva, Nadezhda Viktorovna – Post-graduate Student, Department of Geometry, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кондратьева Оксана Викторовна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kondratyeva, Oksana Viktorovna – Candidate of Chemistry, Associate Professor, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Константинов Валерий Юрьевич – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Konstantinov, Valery Yuryevich – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кузьмина Наталья Александровна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kuzmina, Natalya Alexandrovna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Кульпина Татьяна Александровна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Kulpina, Tatyana Alexandrovna – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Mathematical Analysis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Лежнина Марина Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Lezhnina, Marina Nikolayevna – Candidate of Biology, Associate Professor, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Лукичева Любовь Александровна – аспирант кафедры геометрии Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Lukicheva, Lyubov Alexandrovna – Post-graduate Student, Department of Geometry, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Лукичева Надежда Александровна – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Lukicheva, Nadezhda Alexandrovna – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Лучина Татьяна Владимировна – соискатель кафедры цитологии, эмбриологии, гистологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Luchina, Tatyana Vladimirovna – Applicant, Department of Cytology, Embryology, Histology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Любовцева Любовь Алексеевна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой цитологии, эмбриологии, гистологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Lubovtseva, Lubov Alexeevna – Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Cytology, Embryology, Histology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Митрасов Юрий Никитич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Mitrasov, Yury Nikitich – Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Новиков Константин Валентинович – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Novikov, Konstantin Valentinovich – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Новикова Галина Владимировна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой электрооборудования и механизации переработки сельскохозяйственной продукции Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, г. Чебоксары

Novikova, Galina Vladimirovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electric Equipment and Mehanization of Agricultural Production Processing, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary

Панихина Анна Витальевна – кандидат биологических наук, докторант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Panikhina, Anna Vitalyevna – Candidate of Biology, Doctoral Candidate, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Пономарев Александр Николаевич – ассистент кафедры электрооборудования и механизации переработки сельскохозяйственной продукции Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, г. Чебоксары

Ponomarev, Alexander Nikolaevich – Assistant, Department of Electric Equipment and Mechanization of Agricultural Production Processing, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary

Привалова Тамара Анатольевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Privalova, Tamara Anatolyevna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Роштова Александра Сергеевна – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Roshtova, Alexandra Sergeevna – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Самсонова Мария Львовна – соискатель кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Samsonova, Maria Lvovna – Applicant, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Сергеева Валентина Ефремовна – доктор биологических наук, профессор кафедры медицинской биологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Sergeeva, Valentina Efremovna – Doctor of Biology, Professor, Department of Medical Biology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Смирнова Елена Николаевна – ассистент кафедры математики Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, г. Чебоксары

Smirnova, Elena Nikolaevna – Assistant, Department of Mathematics, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary

Смирнова Татьяна Львовна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры акушерства и гинекологии Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Smirnova, Tatyana Lvovna – Candidate of Medicine, Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynaecology, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Смолина Ирина Николаевна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Smolina, Irina Nikolaevna – Candidate of Chemistry, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Соснов Дмитрий Александрович – аспирант кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, Чебоксары

Sosnov, Dmitry Alexandrovich – Post-graduate Student, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Табаков Станислав Геннадьевич – аспирант кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Tabakov, Stanislav Gennadyevich – Post-graduate Student, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Табакова Наталья Мирославовна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биоэкологии и географии Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Tabakova, Natalia Miroslavovna – Candidate of Biology, Senior Lecturer, Department of Bioecology and Geography, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Тенюкова Ксения Юрьевна – врач городской больницы № 5, г. Чебоксары

Tenyukova, Ksenia Yuryevna – Physician, Municipal hospital № 5, Cheboksary

Федоров Павел Иванович – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии и химических технологий органических веществ Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Fedorov, Pavel Ivanovich – Candidate of Chemistry, Associate Professor, Department of Organic Chemistry and Chemical Technologies of Organic Substuncies, I. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary

Шуканов Александр Андреевич – доктор ветеринарных наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Shukanov, Alexandr Andreevich – Doctor of Veterinaries, Professor, Pro-rector for Research and Innovation, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Яковлев Геннадий Александрович – соискатель кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Yakovlev, Gennady Alexandrovich – Applicant, Department of Biology and Methods of Teaching, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

«Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6).

В издании предусматривается размещение статей по актуальным проблемам **естественных, технических и гуманитарных наук,** содержащих новые научные результаты, ранее не опубликованных и не представленных к публикации в других изданиях. Не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений; статьи с описанием результатов незаконченных исследований без определенных выводов; работы описательного характера.

Ежегодно будут выходить 4 номера Вестника.

В одном номере возможно опубликование, как правило, не более 2 статей одного автора.

Публикация статей аспирантов осуществляется бесплатно.

Все представленные в редакцию статьи проходят обязательное рецензирование. На основании рецензирования редакционная коллегия принимает решение о включении статьи в тот или иной номер. Редколлегия не гарантирует публикацию всех представленных материалов, оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие установленным требованиям. Авторам присланные материалы не возвращаются.

Статья должна иметь:

а) индекс универсальной десятичной классификации (УДК);

б) название работы на русском и английском языках (жирным шрифтом строчными буквами);

в) инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках (жирным шрифтом строчными буквами) – количество соавторов в статье может быть не более 4;

г) полное название учреждения и города (курсивом), где выполнена работа;

д) четкую аннотацию на русском и английском языках (400–500 знаков) отдельными абзацами;

е) ключевые слова на русском и английском языках (не более 7);

ё) основной текст, включающий следующие подразделы:

- актуальность исследуемой проблемы;

- материал и методика исследований;
- результаты исследований и их обсуждение;
- резюме;
- литература.

В конце статьи должны быть указаны сведения об авторах на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность (аспиранты, обучающиеся на бюджетной основе, представляют справку с места учебы); адрес с почтовым индексом, контактный телефон, e-mail; рабочий адрес и e-mail. Авторы должны собственноручно поставить подпись, которая означает их согласие на передачу прав на издание и распространение содержащейся в статье информации редакции Вестника. Этим автор также гарантирует, что статья оригинальная, ни содержание, ни рисунки к ней не были ранее опубликованы в других изданиях. Поступление статьи в редакцию означает полное согласие автора с правилами Вестника.

К статье должны быть приложены экспертное заключение о возможности опубликования ее в открытой печати и рецензия из организации, представляющей статью к публикации.

В редакцию Вестника статьи направляются в двух форматах: в печатном и электронном (на компакт-диске) вариантах. Электронный вариант должен точно соответствовать печатному.

При оформлении статьи необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Объем статьи должен быть не менее 0,25 п.л. (4 стр.) и не более 0,5 п.л. (8 стр.) компьютерного исполнения.
2. Статья должна быть напечатана на одной стороне листа формата А4 с полями: справа, слева и сверху 3 см, снизу 6 см.
3. Размер шрифта – 11. Абзацный отступ – 1 см (5 знаков). Интервал – одинарный. Текст статьи набирается в текстовом редакторе Microsoft Word в формате *.doc или *.rtf шрифтом Times New Roman с выравниванием по ширине и автоматическим переносом слов. При использовании дополнительных шрифтов они должны быть представлены в редакцию в авторской электронной папке.
4. Таблицы должны содержать только экспериментальные данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы исследований. Каждая таблица должна иметь заголовок, быть обязательно пронумерована и упомянута в тексте. Кегль текста в таблицах – 9 пт.
5. Количество иллюстраций не должно превышать 4, данные рисунков не должны повторять материалы таблиц. Рисунки должны быть четкими, легко воспроизводимыми, быть обязательно пронумерованы, упомянуты в тексте и иметь подрисуночные подписи и объяснение значений всех условных обозначений. Полноцветные иллюстрации не допускаются. Кегль текста в схемах и подрисуночной подписи – 9 пт.
6. Формулы и буквенные обозначения по тексту должны быть набраны в среде редактора формул Microsoft Equation 3.0. Шрифт для греческих букв – Symbol, для всех остальных – Times New Roman, основной размер – 11, крупный индекс – 7, мелкий – 5. В математических и химических формулах следует избегать громоздких обозначений. Формулы располагаются по центру страницы, в случае необходимости нумеруются.

7. Сокращение слов, имен, названий кроме общепринятых сокращений мер, физических и математических величин и терминов допускается только с первоначальным указанием полного названия.

8. Цитируемая в статье литература (не более 15 источников) приводится в виде алфавитного списка по действующему ГОСТу (ГОСТ 7.1-2003) шрифтом 9. Не допускаются ссылки на тезисы конференций и на неопубликованные работы. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках с указанием номера из списка литературы и страницы, откуда приводится цитата.

Материалы, не соответствующие указанным требованиям, не рассматриваются.

Адрес редакции: 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38, каб. 205а, редакция журнала «Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева»

Тел.: (8352) 62-08-71

Электронная почта: redak_vestnik@chgpu.edu.ru

Электронный адрес: http://vestnik.chgpu.edu.ru

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 547.241+547.512

Реакции бис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфита с основаниями Шиффа

Reactions of bis(2,2-dichlorocyclopropyl)phosphit with Shiff bases

Ю. Н. Митрасов, О. В. Кондратьева

Y. N. Mitrasov, O. V. Kondratyeva

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары

Аннотация. Установлено, что в присутствии основных катализаторов присоединяется по имино-группе без разрыва трехчленного карбоцикла...

Abstract. It has been established that bis(2,2-dichlorocyclopropyl)phosphit attaches to the iminogroup basic catalisators without disruption of three-part carbocycle…

Ключевые слова: *бис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфит, основания Шиффа, аминофосфонат, гидрофосфорильные соединения.*

Keywords: *bis(2,2-dichlorocyclopropyl)phosphit, Shiff bases, aminophosphonate, hydrophosphoryl compounds.*

Актуальность исследуемой проблемы. Синтез, апробация и внедрение новых биогенных соединений является актуальной проблемой современной органической химии и биотехнологии. В этой связи целью нашей работы явилось**…**

Материал и методика исследований. В качестве ГФС был использован бис(2,2-дихлорцикло-пропилметил)фосфит (**1**), синтез которого был описан нами ранее в работе [5], а основания Шиффа (**2а-г**) получали в результате взаимодействия ароматических альдегидов с анилином**…**

Результаты исследований и их обсуждение. Нами установлено, что в результате взаимодействия фосфита (**1**) с иминами (**2а-г**) с хорошими выходами образуются бис(2,2-дихлорциклопропилметил)-α-N-фениламинобензилфосфонаты (**3а-в**)**…**

Резюме. Бис(2,2-дихлорциклопропилметил)фосфит присоединяется к основаниям Шиффа в присутствии основных катализаторов по C=N-связи с образованием бис(2,2-дихлорциклопропилметил)-α-N-фениламинобензилфосфонатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зимин, М. Г.* Новые данные о реакциях присоединения гидрофосфорильных соединений по кратным связям / М. Г. Зимин, Р. А. Черкасов, А. Н. Пудовик // Журн. общ. химии. – 1986. – Т. 56. – Вып. 5. – С. 977–991.

2. *Нифантьев, Э. Е.* Химия гидрофосфорильных соединений / Э. Е. Нифантьев. – М. : Наука, 1983. – 262 с.

АВТОРЫ:

Митрасов Юрий Никитич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

Кондратьева Оксана Викторовна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химии и биосинтеза Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары

AUTHORS:

Mitrasov, Yury Nikitich – Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

Kondratyeva, Oksana Viktorovna – Candidate of Chemistry, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Biosynthesis, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Авилов О. Э., Григорьев С. Г.	Экспериментальное исследование пространственной динамики свертывания тромба в потоке плазмы крови……..	3
Анисимов Н. И., Алтынова Н. В., Шуканов А. А., Кузьмина Н. А.	Воздействие биопрепарата «Селенес+» в комплексе с дополнительными занятиями оздоровительной аэробикой на организм студенток младших курсов……..	9
Борцова О. П., Привалова Т. А., Панихина А. В., Шуканов А. А.	Особенности морфофизиологического статуса студенток 1–2 курсов в зависимости от применения биопрепарата «Селенес+» и дополнительных физических упражнений……..	15
Васильева Н. Н.	Коррекция трудностей формирования навыка чтения у младших школьников в процессе развития бинокулярных зрительных функций...…….	19
Григорьева Т. М.	Обоснование технологических параметров варки мясного фарша с использованием эндогенного нагрева….……...	26
Григорьева Т. М.	Установка для поточной варки птичьих потрохов эндогенным нагревом……...…….	30
Зверева Т. В.	Аффинная связность и ее приложение к изучению внутренней геометрии сетей на поверхности в конформном пространстве	33
Зверева Т. В.	О направлениях, параллельно переносимых в нормальных связностях на поверхности в конформном пространстве.....	38
Иванов В. С., Новикова Г. В.	Технология формования макаронных изделий с применением электромагнитного поля сверхвысокой частоты……..……..	42
Иванов В. С., Белова М. В.	Установка для высокотемпературного формования макаронных изделий…….....	45
Козлов В. А., Новиков К. В.	Соединения на основе реакций конденсации с карбамидом...	49

Кондратьева Н. В.	Двойственная геометрия тканей на распределении гиперплоскостных элементов в проективно-метрическом пространстве	55
Кондратьева Н. В.	некоторые приложения геометрии проективно-метрического пространства к изучению плоских сетей…….	63
Константинов В. Ю., Воронов Л. Н.	Морфофизиологические особенности конечного мозга клестаеловика (Loxia curvirostra)……..	70
Кузьмина Н. А., Табаков С. Г., Панихина А. В.	Динамика физиологического состояния студентов 2 курса при разных режимах двигательной активности и использовании биопрепарата «Селенес+»……...	75
Кульпина Т. А.	Анизотропная эксцентричная труба с учетом сжимаемости и несжимаемости материала……..……..	80
Лежнина М. Н., Блинова А. Д., Ефимова Л. Н., Еремеев В. Н.	Специфичность морфофизиологического статуса продуктивных животных в постнатальном онтогенезе……	84
Лукичева Л. А.	Двойственные аффинные связности в нормализованном римановом пространстве……...	88
Лукичева Л. А.	Расширенное нормализованное риманово пространство..…	96
Лучина Т. В., Любовцева Л. А.	Исследование корреляционных отношений между биоаминами в структурах молочной железы в норме и патологии……	104
Митрасов Ю. Н., Соснов Д. А., Лукичева Н. А., Кондратьева О. В.	Реакции карбонильных производных бицикло[4.1.0]гептана с эфирами кислот фосфора (III)…….	108
Митрасов Ю. Н., Федоров П. И., Смолина И. Н., Лукичева Н. А., Гаврилова А. В.	Реакции борнан-2-ола с производными фосфористой кислоты	112
Пономарев А. Н., Белова М. В.	Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряженности электрического поля…….	119
Пономарев А. Н., Новикова Г. В.	Установка для сверхвысокочастотного обеззараживания молока……..……	123
Привалова Т. А., Борцова О. П., Табаков С. Г., Панихина А. В.	Специфичность антропометрии и сердечно-сосудистой системы у первокурсниц при назначении биопрепарата «Селенес+»…….	128

Роштова А. С., Табакова Н. М., Григорьев С. Г.	Половой диморфизм в цитоархитектонической организации поля Hyperpallium densocellulare конечного мозга птиц…..…..	132
Самсонова М. Л., Воронов Л. Н., Константинов В. Ю.	Особенности конечного мозга зяблика (Fringilla coelebs) и мухоловки-пеструшки (Ficedula hypoleuca) в постнатальном онтогенезе…….	136
Смирнова Е. Н.	Двойственная нормализация полярных неголономных гиперполос в проективно-метрическом пространстве……..	140
Смирнова Е. Н.	Двойственность гиперполосного распределения в проективно-метрическом пространстве …….	145
Смирнова Т. Л., Драндров Г. Л.	Допплерометрические показатели кровотока при плацентарной недостаточности…….……...…	150
Смирнова Т. Л., Сергеева В. Е.	Экспрессия CD-68-позитивных макрофагов при плацентарной недостаточности…….	154
Тенюкова К. Ю., Козлов В. А.	Скрининговые исследования обмена веществ у населения г. Чебоксары для выявления и профилактики ожирения…..…	158
Яковлев Г. А.	Корреляционный анализ морфофизиологического состояния у бычков в условиях назначения отечественных биопрепаратов	162
Яковлев Г. А., Шуканов А. А.	Обоснование направленного воздействия иммунокорректоров на морфофизиологическое состояние бычков……..	166

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ……..... 171

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ……... 178

CONTENT

THE HUMANITIES AND PEDAGOGICS

Avilov O. E., Grigoryev S. G.	Experimental research of spatial dynamics of thrombus formation in blood plasma flow…….……..	3
Anisimov N. I., Altynova N. V., Shukanov A. A., Kuzmina N. A.	The combined effect of the biological medicine «Selenes+» and health-improving aerobics on the organism of female students..….	9
Bortzova *O. P.*, Privalova T. A., Panikhina A. V., Shukanov A. A.	Peculiarities of morphophysiological status of the first- and second-year students, depending on application of biological preparation «Selenes+» and additional physical exercises…..…….	15
Vasilyeva N. N.	Correction of difficulties in formation of juniour pupils' reading skills in the process of binocular visual functions' development….	19
Grigoryeva T. M.	Substantiation of technological parameters of cooking of mincemeat with the use of internal heating….……...	26
Grigoryeva T. M.	The appliance for line cooking of bird's giblets by means of internal heating……...	30
Zvereva T. V.	Affine connection and its use in the study of intrinsic geometry of net on the surface of the conformal space…..……...	33
Zvereva T. V.	Directions translated in the normal connections on the surface of the conformal space…..……...	38
Ivanov V. S., Novikova G. V.	Technology of pasta formation with the usage of the electromagnetic field of ultrahigh frequency…..…….	42
Ivanov V. S., Belova G. V.	The appliance for high-temperature formation of pasta.....…….	45
Kozlov V. A., Novikov K. V.	Compounds based on the reactions of condensation with carbamide……..……	49

Kondratyeva N. V.	Dual geometry of materials on distribution of hyperplane elements in projective-metric space ……	55
Kondratyeva N. V.	Some applications of geometry of projective-metric space to the study of flat nets……..	63
Konstantinov V. Y., Voronov L. N.	Morphophysiological Peculiarities of the telencephalon of a common crossbill (Loxia curvirostra)…….	70
Kuzmina N. A., Tabakov S. G., Panikhina A. V.	Dynamics of second-year students' physiological state in terms of different motor activity modes and use of biological preparation «Selenes+»……	75
Kulpina T. A.	Anisotropic eccentric tube of compressible or incompressible material……	80
Lezhnina M. N., Blinova A. D., Efimova L. N., Eremeev V. N.	Specification of morphophysiological status of productive animals during the period of postnatal ontogenesis……...	84
Lukicheva L. A.	Dual affine connections in normalized riemannian space……	88
Lukicheva L. A.	Extended normalized riemannian space..……	96
Luchina T. V., Lubovtseva L. A.	Bioamines correlations in the structures of mammary gland in norm and with pathology…..…….	104
Mitrasov Y. N., Sosnov D. A., Lukicheva N. A., Kondratyeva O. V.	The reactions of carbonyl derivates of bicyclo[4.1.0]heptane with phosphorous (III) acids ethers...……..	108
Mitrasov Y. N., Fedorov P. I., Smolina I. N., Lukicheva N. A., Gavrilova A. V.	The reactions of bornan-2-ol with the Phosphoric acid derivants	112
Ponomarev A. N., Novikova G. V.	Dependence of capacity of loss of the microwave frequency energy on intensity of electric field…….	119
Ponomarev A. N., Novikova G. V.	The appliance microwave frequency decontamination of milk…..	123
Privalova T. A., Bortzova O. P., Tabakov S. G., Panikhina A. V.	Specifics of anthropometry and cardio-vascular system of the first-year students of biological preparation «Selenes+»...……...	128
Roshtova A. S., Tabakova N. M., Grigoryev S. G.	Sexual dimorphism in cytoarhitektonical structure of the Hyperpallium densocellulare field of the birds' telencephalon……	132

Samsonova M. L., Voronov L. N., Konstsantinov V. Y.	The peculiarities of a chaffinch (Fringilla coelebs) and flycatcher telencephalon (Ficedula hypoleuca) in postnatal ontogenesis…...	136
Smirnova E. N.	Dual normalization of polar anholonomic hyper-bands in a projective metric space…….……..…….	140
Smirnova E. N.	Duality of a hyper-band distribution in a projective metric space.....……...	145
Smirnova T. L., Drandrov G. L.	Dopplerometric blood circulation rates in case of placental insufficiency…….....	150
Smirnova T. L., Sergeeva V. E.	CD-68 positive macrophages expression in case of placental insufficiency……..…….	154
Tenyukova K. Y., Kozlov V. A.	Screening researches of the metabolism of the population in Cheboksary for revealing and prevention of obesity……....	158
Yakovlev G. A.	Correlative analysis of morphophysiological state of oxen under condition domestically produced bioadditives…….....	162
Yakovlev G. A., Shukanov A. A.	The proof of directed influence of immunocorrectors on the morphophysiological status of oxen…….…….	166

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS……..... 171

INFORMATION FOR THE AUTHORS……..…….. 178

ВЕСТНИК ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. Я. ЯКОВЛЕВА

2011. № 2 (70). Ч. 1

Редакторы Л. А. Судленкова
Л. Н. Улюкова
И. А. Федянина
В. Ю. Шабатько
Т. Н. Юркина

Компьютерная верстка, макет А. П. Кошкиной

Подписано в печать 29.04.2011. Формат 70x100/8. Бумага писчая.
Печать оперативная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 23,3. Тираж 300 экз. Заказ № 2546.

Отпечатано в отделе полиграфии
ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»
428000, Чебоксары, ул. К. Маркса, 38