

**Вестник
Рязанского
государственного
университета
имени *С.А. Есенина***

**Научный журнал
2007 № 3/16**

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Журнал выходит с 1993 года

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ПЕДАГОГИКА. СОЦИОЛОГИЯ

- Петренко А.А.** Проблема развития профессионализма педагога в регионально-муниципальной системе образования..... 3
- Наумов О.В.** Современная парадигма социального менеджмента..... 11

ИСТОРИЯ. ПОЛИТОЛОГИЯ

- Страхов В.В.** Из истории возникновения внутренних государственных займов в России..... 21
- Пупков С.В.** Журналистика в политике: статут и статус..... 47

ФИЛОЛОГИЯ

- Чернов Л.И.** Лингвокультурологическая трактовка понятия «межкультурная грамотность»..... 56
- Кремер И.Ю.** Аргументация и ее лингвистическая..... 67

репрезентация в немецком критическом тексте.....

ФИЗИКА. МАТЕМАТИКА

<p>Терёхин М.Т., Баева О.В. Существование ненулевых периодических решений у особого класса систем дифференциальных уравнений с параметрами.....</p>	77
<p>Конёнков Н.В., Махмудов М.Н., Степанов В.А. Тенденции развития квадрупольной масс-спектрометрии.....</p>	97
<p>Афанасова М.М., Степанов В.А. Особенности Фурье – спектров осцилляций Шубникова де Гааза в гетероструктуре $(\delta\text{-Te})\text{AlSb/InAs/AlSb}(\delta\text{-Te})$.....</p>	111
<p>Сведения об авторах.....</p>	123



ПЕДАГОГИКА

А.А. Петренко

ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА ПЕДАГОГА В РЕГИОНАЛЬНО-МУНИЦИПАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

В связи с ростом масштабов и сложности социально-экономических преобразований в российском обществе происходят кардинальные изменения в развивающейся в стране регионально-муниципальной системе образования. При этом наблюдается рассогласование целей образования с его содержанием и технологиями реализации, недостаточность научной концептуальной разработанности проблем подготовки профессиональных педагогических кадров для новых, быстро меняющихся условий, что не позволяет решать адекватно инновационные задачи образования в целом. Сложившийся в течение многих десятилетий авторитарный стиль управления образованием привел к тому, что педагог оказался не способен своевременно учитывать происходящие социальные изменения и в соответствии с ними координировать свою педагогическую деятельность, результативно внедрять современные технологии обучения. В то же время в образовательном процессе по повышению квалификации педагогов все еще преобладает передача обучаемым максимального объема знаний и информирование о передовом опыте и лишь частично решаются задачи развития способности быстро ориентироваться в изменяющемся образовательном пространстве и оперативно самостоятельно принимать решения по внедрению инновационных процессов. В связи с этим особую значимость приобретает функциональная деятельность педагога как руководителя развития инноваций в образовательном процессе, способного оказывать необходимую педагогическую помощь учащимся и содействовать позитивным изменениям в конкретных образовательных учреждениях. Кроме того, профессиональная подготовка педагога может быть востре-

бована при проектировании образовательной политики в условиях конкретного региона, формировании культуры педагогической деятельности, рациональной интеграции субъектов образования и их образовательной деятельности, нового, более высокого уровня.

Функции педагога в современных условиях модернизации образования разительно отличаются от ранее существовавших и по направленности, и по содержанию. Так, функции современного педагога сочетают различные виды деятельности: управленческую и педагогическую, исследовательскую и дидактическую, методическую и организаторскую, прогностически-проектировочную и рефлексивную. Полифункциональная деятельность педагога предполагает решение ряда сложных и изменяющихся задач различного характера в развивающемся регионально-муниципальном образовательном пространстве и требует наличия высокого профессионализма, который выражается в способности вести научно-педагогическое исследование актуальных и малоразработанных проблем не только в образовательном процессе, но и во всей регионально-муниципальной образовательной системе в целом, в готовности педагога к введению инноваций в изменяющееся образовательное пространство; в формировании у педагогических и управленческих кадров потребности в овладении технологиями прогнозирования тенденций развития образования в регионе, городе, районе, селе в целом и проектирования соответствующей деятельности; создании условий, побуждающих педагогов к профессиональному развитию, обеспечивающих становление личности, ее мотивов и ценностно-целевых ориентаций в соответствии с духовными основаниями и стратегическими направлениями модернизации образования, ведущих к обогащению их творческой индивидуальности. Современными направлениями методической подготовки педагогов к инновационной деятельности являются: «проведение мероприятий, направленных на распространение результатов опытно-экспериментальной и инновационной деятельности в системе образования»¹. В то же время обеспечение требуемой деятельности методических служб в условиях модернизации образования не может в должной мере осуществляться уже в силу того, что недостает соответствующей научно разработанной и обоснованной теории педагогики и соответствующего практического опыта самих педагогов.

Современные функции инновационной деятельности педагогов по развитию образовательного процесса в существующей практике реализуются не полностью или не столь качественно. Это проявляется в недостаточной ориентации руководителей методических объединений, заместителей директоров как главных методистов в образовательных учреждениях на развитие и саморазвитие педагогов, использование продуктивных

технологий и методов обучения учителей, развитие у них ценностных установок; отсутствию готовности педагога к профессиональному поиску, внедрению и руководству инновационной деятельностью в развитии регионально-муниципального образовательного пространства; неразвитости творческой, исследовательской, инновационной направленности методических служб; преобладании информационного, формализованного подхода к методической работе, отчуждении от личности и индивидуальности конкретного педагога.

Непрофессиональная деятельность педагога-практика является следствием недостаточности уровня знаний и умений руководителей образовательных учреждений (заместителей директоров по учебной работе, руководителей методических объединений, методистов), наблюдающих и организующих его работу; неразработанности механизмов включения работающих педагогов в проектирование современного образовательного процесса; традиционно сложившейся системы методической подготовки учителя к методической деятельности на уровне субъектно-объектных отношений; игнорирования реальных потребностей и социального заказа общества, личности ребенка и педагога.

Особенность существующей системы профессиональной подготовки педагога состоит в том, что часть ее важнейших условий не принимается во внимание и соответственно не обеспечивается, не учитывается базовое профессиональное методическое образование на уровне вуза, отсутствуют гибкие и вариативные структуры управления системой становления и развития профессионализма педагога, не учитываются особенности регионально-муниципального образовательного пространства при его подготовке. В лучшем случае эти условия складываются эпизодически, не в комплексе. Например, имеется потребность в гибких структурах регионально-муниципальной методической службы, но есть неопределенность ее становления; формируется потребность в новых знаниях в условиях регионально-муниципальной образовательной системы, но они отсутствуют в существующей системе подготовки; имеются ценностные ориентиры, но отсутствует потребность в освоении ценностей отечественной педагогической культуры; образовательные учреждения реформируются, но не учитываются потребности региона, города, района, поселка, села.

Теория и практика педагогической науки определяет высокую степень сложности профессионального становления и развития личности педагога, указывает на длительность этого процесса и необходимость активного участия в нем педагогов системы высшего профессионального образования, способных приобщать учителей к инновационным начинаниям, личностно ориентированным технологиям, духовно-нравственным ценностям, учить их «образовыванию человека» (формировать средствами об-

разования его духовный мир). Недостаточное знание педагогами теории и опыта отечественной педагогической культуры, инерционность их научно-методической деятельности в подавляющем большинстве случаев, отсутствие внутренней потребности в духовно-нравственном самосовершенствовании затрудняют обновление содержания и организацию методической работы с педагогами на новом уровне.

Проблема становления и развития личности педагога актуализируется и по той причине, что в традиционной педагогике она не получила достаточного рассмотрения, не имела обоснования в теории и опыте воспитания профессиональной личности в ее целостности, где системообразующей является духовно-нравственная сфера человека. Более того, государственные образовательные программы в вузах и школах были ориентированы преимущественно на формирование и развитие образовательных (интеллектуальных) способностей обучаемых, а воспитание духовных оснований личности заменялось воспитанием ценностей искусства и морали. В настоящее время государственные документы, определяющие процесс модернизации современной сферы образования, как правило, декларируют проблему духовно-нравственного становления личности, однако их содержание направлено прежде всего на удовлетворение потребностей граждан в качественном образовании и обеспечении эффективных условий для самоопределения и самореализации личности в обществе. Понятно, что в этих условиях образовательный процесс в системе непрерывного образования работников образования не может в достаточной мере влиять на формирование и развитие духовно-нравственных ценностей отечественной педагогической культуры у учителей, поскольку они не обладают необходимым профессиональным духовно-нравственным потенциалом, к тому же такая задача перед ними конкретно не ставится. Здесь очевидна необходимость общекультурной и профессионально-педагогической подготовки педагога, в результате которой основой его профессионализма служили бы ценности отечественной педагогической культуры, где духовно-нравственные ценности являются системообразующими.

Как известно, профессионально-педагогическая подготовка учителя на протяжении десятилетий в условиях педагогического единообразия имела строго определенную мировоззренческую направленность. Антропологические, культурологические знания рассматривались односторонне, вне духовно-нравственной сферы человека. Однако теория и практика отечественной педагогической культуры России свидетельствует о наличии положительного опыта «выстраивания себя» как духовно-нравственной, самостоятельной, творческой личности, воспитания у граждан потребности к самосовершенствованию, активной деятельности и беско-

рыстному служению Отечеству и своему народу. Существенный смысл идей отечественных философов-педагогов Н.И. Пирогова, К.Д. Ушинского, В.В. Зеньковского, И.А. Ильина, Н.А. Бердяева и других в отношении воспитания педагога заключается в развитии дара любить детей, в постепенном возрождении духовных сил личности, в правильном понимании «добра» и «зла», в свободе самоопределения и саморазвития личности, в «преображении эмпирического естества»² в духе национальной патриотической гордости за родную страну, родной язык, родной народ, в принятии лучших идей отечественной педагогической культуры.

Для освоения педагогических, духовных и нравственных ценностей теории и практики отечественной педагогики, развития и саморазвития профессиональной, духовной, социальной и творческой сфер личности педагога, необходимо ориентировать образовательный процесс в системе непрерывного образования на создание определенных внешних и внутренних условий деятельности педагогов. Внешними условиями могут выступать:

- наличие конкретных целевых установок и ориентиров проектирования образовательного процесса, функционирующего на уровне субъектной деятельности педагога и педагога-методиста в области его профессионально-педагогических и духовно-нравственных интересов и ориентаций;

- согласованное и единое в содержательном отношении понимание основных понятий и в технологическом представлении подходов к научным знаниям и процессам воспитания, проявляющихся в теории и практике отечественной педагогической культуры;

- инвариантность и вариативность теоретических знаний о профессиональной и духовной сущности человека в содержании образования, ориентированном на формирование у педагогов и педагогов-методистов представлений о целостной картине мира, роли и месте в нем человека, его взаимоотношениях с природой, обществом, другими людьми;

- создание концептуально-идеального представления в качестве ориентира о высокопрофессиональной духовно-нравственной личности учителя;

- обеспечение личностно ориентированного, субъектно-деятельностного, культурологического, аксиологического подходов как основополагающих в организации и функционировании субъектной деятельности педагога в образовательном процессе и в социокультурной среде по освоению высоких ценностей жизни человека;

- системная интеграция педагогической, методической, научно-исследовательской, практической познавательной и проектной деятельности

педагогов и педагогов-методистов в области отечественной педагогической культуры;

- свободный выбор личностью в широком спектре различных по содержанию и способам исполнения видов творческой деятельности по присвоению и созиданию профессионально-педагогических и духовно-нравственных ценностей того или иного вида;

- дифференциация информационно-образовательных потребностей и запросов педагогов при выборе и осуществлении ими педагогической и методической деятельности с целью расширения возможностей их самореализации;

- обучение педагогов самостоятельной творческой образовательной и научно-исследовательской деятельности, оказание в этом необходимой консультативной и методической помощи;

- включение педагогов в процесс профессионального и духовно-нравственного самовоспитания и стимулирования их рефлексивной деятельности по оцениванию творческой научно-методической деятельности.

Внутренними условиями деятельности педагогов являются:

- наличие мотивов профессионально-педагогического и духовно-нравственного саморазвития и самовоспитания;

- наличие конкретных целей педагогической, методической, социальной и личностной деятельности;

- наличие высокого идеального образца профессиональной духовной личности педагога;

- умение педагогической, методической образовательной и творческой исследовательской деятельности;

- знание технологии самовоспитания;

- владение методами мотивации, самоорганизации, самоуправления;

- достижение положительных результатов в профессиональной деятельности по освоению педагогических духовно-нравственных ценностей и ориентиров;

- самоанализ, самооценка и стимулирование саморазвития и развития профессиональной и духовной сферы личности.

Образовательный процесс, функционирующий при определенных внешних и внутренних условиях на уровне деятельностных и социокультурных факторов профессионально-педагогического и духовно-нравственного воспитания и развития личности педагога, может являться той движущей силой, которая будет направлена на развитие и воспитание личности педагога и педагога-методиста.

В настоящее время в муниципальных образовательных учреждениях Рязанского региона создаются новые направления исследования возмож-

ностей приобщения педагогов к духовно-нравственным национальным ценностям, их ориентированности на особенности и реальные потребности в образовании села и региона в условиях развивающейся регионально-муниципальной системы. Предметом внимания этих школ выступают проблемы изучения взаимосвязи духовных и нравственных ценностей отечественной педагогической культуры и особенностей культуры регионально-муниципальной образовательной системы, поиска путей взаимобогащения их имеющимися достижениями и разработки на этой основе инновационной образовательной системы по подготовке педагогов. Содержание работы в муниципальных образовательных учреждениях Скопинского, Шиловского районов, города Рязани определяется задачами духовно-нравственного развития и обучения педагогов основам рефлексивной деятельности, прогнозирования и проектирования собственной научно-методической и педагогической деятельности на основе антропологического и аксиологического подходов. С этой целью создаются временные творческие коллективы по разработке проектов, антропологические центры, методические службы, объединения и группы инициативных и творческих педагогов по овладению теоретическими основами отечественной педагогической культуры и разработке образовательных проектов. Например, антропологический и аксиологический подходы к разработке инновационных проектов образовательных учреждений позволяют:

- определиться в выборе основных идей и ценностей, формируемых данным образовательным учреждением;
- представить банки данных: об учителях (профессиональный уровень, достижения, повышение квалификации, опыт работы и др.); об учащихся (психофизическое состояние, умственное и речевое развитие, потребности и интересы в образовательных услугах); о родителях (профессиональный и социальный статус, материальная обеспеченность семьи); о результатах деятельности в учебной, творческой деятельности, социальной практике;
- разработать механизмы педагогической деятельности педагогов с учетом особенностей развития детей, акцентируя антропологическую сущность образовательного процесса и гуманистическую направленность содержания образования;
- скоординировать деятельность методических объединений педагогов, психологической службы, работу педагога-логопеда, педагога-дефектолога, социального педагога и социолога по развитию личности ребенка;
- скооперировать работу всех субъектов образования и представителей учреждений социального окружения, заинтересованных в развитии

сферы образования на основе проектирования муниципально-образовательного пространства»³.

Положительные достижения в реализации антропологического подхода к деятельности педагогов представлены сегодня во многих районах и городах Рязанского региона. Так, например, в школе № 4 города Скопина разрабатываются образовательные проекты, ориентированные на освоение духовно-нравственных национальных ценностей: «История Рязанского края X – начала XX века», «Рязанские святые», «Путь к храму». В результате их реализации учащиеся осмысливают проблемы сохранения и возрождения исторических памятников Рязанщины, проектируют способы их разрешения, участвуют в конкретных делах по оказанию посильной помощи при восстановлении храмов, знакомятся с подвигами духовных подвижников земли Рязанской. Действующий в этой школе музей – это не только хранилище исторических материалов, но прежде всего средство организации непрерывной исследовательской работы учащихся на основе социального взаимодействия с городским музеем, бывшими выпускниками, знаменитыми людьми города.

В городе Касимове разработан уникальный регионально-муниципальный учебник «Касимов: город и человек», ориентирующий учащихся на приоритетные ценности малой родины и уважение к человеку как наивысшей ценности в жизни.

Новые направления в деятельности образовательных учреждений определяют инновационный характер самой деятельности, в результате чего педагоги призваны решать новые задачи, а именно: об обогащении знаниями ценностей отечественной педагогической культуры; о развивающихся педагогических системах; целостности личности как системном единстве биологического, социального, психического и духовного; роли человека в развитии окружающего социального пространства; анализе, проектировании образовательного процесса с учетом особенностей муниципальных и региональных систем образования; умениях самооценки и самоопределения на основе гуманистических и профессиональных ценностей.

Таким образом, создание внешних педагогических условий для творческой педагогической и методической деятельности педагогов, ориентированной в области их профессиональной духовно-нравственной сферы жизнедеятельности и являющейся ведущим фактором стимулирования целенаправленного воздействия на активизацию внутренних условий и сил саморазвития, включающей в действие все другие факторы профессионального и духовно-нравственного воспитания и развития личности, становится важнейшей задачей, которую предстоит решать педагогам вузов, институтов повышения квалификации работников образования.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Профессиональные объединения педагогов : метод. рекомендации для руководителей образовательных учреждений и учителей / под ред. М.М. Поташника. – 2-е. изд. – М., 2002. – С. 56.

² Зеньковский, В.В. Проблемы воспитания в свете христианской антропологии / Фонд «Христианская жизнь». – Клин, 2002. – С. 325.

³ Петренко, А.А. Образовательные и социально-педагогические проекты – условие эффективной управленческой деятельности // Управление школой. – М. – № 22. – С. 21.

О.В. Наумов

СОВРЕМЕННАЯ ПАРАДИГМА СОЦИАЛЬНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

С середины XX века резко возрос динамизм социальных процессов. Изменились люди, окружающая и деловая среда, факторы социально-экономического развития, механизмы государственного регулирования, экономическая обстановка. Все это обострило проблему выработки общефилософских основ общественного развития в качестве теоретической базы новой социальной парадигмы.

Философия в современном мировосприятии выделяет две господствующие доктрины – объектоцентризм и субъектоцентризм, по-разному отвечающие на вопрос о цели и результате развития человеческого общества.

Основу объектоцентристского мировоззрения составляет безусловное признание принципа перманентной реальности, принципа эволюции, согласно которому мир развивается по восходящей линии от низших форм к высшим. При этом идеал человеческого существования воплощается именно в перспективе исторического движения, процветания и гуманизации в далеком и прекрасном будущем. На этом мировоззрении базировались все теории социального развития: эволюционизма, неозволюционизма, модернизации.

В субъектоцентризме не существует понятия «эволюция» в привычном значении. Основу исторического движения и социальных процессов составляет деятельность людей, конструирующих общество с учетом определенных структурных условий, унаследованных от прошлого. Социальная реальность состоит не из объектов, а из событий и процессов, имеющих различные векторы движения, при этом последовательность

событий в пределах каждого социального процесса имеет кумулятивный характер. Тем самым понятия «прогресс» и «регресс» имеют онтологические значения, как бы противоположные тем, что содержатся в объектоцентризме.

На основе этих двух философских доктрин в процессе развития науки сложились и завоевали широкое признание четыре социологические парадигмы: социального факта, социального поведения, социальных дефиниций и детерминизма.

Основоположником парадигмы социального факта был Э. Дюркгейм. Под социальным фактом он понимал всякий образ действия, способный оказывать на индивида внешнее принуждение и имеющий в то же время свое собственное существование¹. Дюркгейм считал, что социальные факты представляют собой элементы действительности, которые не зависят от индивидов. Он утверждал, что каждый человек входит в социальный мир, в определенную систему отношений, сформированную до нас и не зависящую от нашего желания. Вместе с тем люди призваны (уже с рождения) выполнять определенные социальные обязанности – роли. Даже если они полностью отвечают нашим интересам и потребностям, их можно рассматривать как объективные, так как не мы их создали, а они были привнесены в наше сознание и поведение системой социализации индивидов.

Парадигма социального фактора сводит социальную реальность к двум группам социальных факторов – социальным структурам и социальным институтам.

В противовес утилитарному пониманию общественных отношений как свободной игры индивидуальных интересов Э. Дюркгейм выдвинул концепцию изначальности коллективного состояния общества как целостности, состояния солидарности, которое оказывает на индивида определенное давление (принуждение), служит фактором регуляции социального поведения. При этом он различает два аспекта социального принуждения: первый состоит на индивиде извне, то есть со стороны общества, второй учитывает момент усвоения, интериоризации общественных правил, когда они становятся внутренними двигателями человеческого поведения, как бы контролируют поступки человека изнутри.

Исходя из парадигмы социального факта, Э. Дюркгейм обосновал принцип эмпиризма и объективизма в исследовании социальных явлений и процессов. Его основной постулат – «социальные факты нужно рассматривать как вещи» – означает, что следует признавать независимое от индивида существование социальных фактов и изучать их объективно, как анализируют свой предмет естественные науки².

Парадигма социального поведения связана с психологическим направлением в социологии. Ее разработчики считают, что человеческое поведение представляет единственную социальную реальность. При этом под социальным поведением подразумевается определенная сторона деятельности и взаимодействия индивидов и социальных групп. В качестве фундаментальной структуры социального при этом рассматривается акт психологического взаимодействия. Именно со структурой изначально связана специфика социальных процессов, происходящих в обществе.

Парадигма социального поведения была положена в основу концепции психологического редукционизма и теории обмена. Первая концепция сводит социальное поведение к психологическому и рассматривает его с чисто психологических позиций. В теории же социального обмена индивид характеризуется и как биологический организм, и как личность. Одним из направлений этой теории является социальный бихевиоризм, созданный Б. Скиннером. Его сторонники отрицают возможность изучения внутреннего мира человека и акцентируют внимание на исследовании внешне наблюдаемых поведенческих актов в системе отношений «стимул – реакция». «Ценность» в поведении людей ими рассматривается как нейтральный элемент. Одной из наиболее ярких фигур, олицетворяющих концепцию бихевиоризма в теории обмена, Дж. К. Хоманс в опубликованной им в 1959 году работе «Человеческая группа» подчеркивает важность наблюдения реальных действий людей и выработки на этой основе научных понятий, присущих тем процессам, которые протекают в различных социальных системах. Это дает возможность социологам разрабатывать мероприятия по манипулированию «открытым поведением» человека, то есть теми поступками людей, которые можно зафиксировать при наблюдении.

Второе направление этой парадигмы представлено теориями социального действия. Его разработчиками были М. Вебер, Ф. Знанецкий, Р. Макивер и Т. Парсонс. В отличие от социального бихевиоризма основной акцент при изучении социального поведения они предлагают делать на мотивы, ценности, влечения и другие факторы человеческого сознания. Т. Парсонс, внесший значительный вклад в теорию социального действия, саму формулировку понятий общественной системы, системы личности, культурной системы, связывает прежде всего с мотивами и ценностями. Он особо подчеркивает нормативный аспект общественной жизни.

На стыке двух предыдущих парадигм находится парадигма социальных дефиниций. Основной ее элемент не сами социальные факты, а тот способ, посредством которого они характеризуются. Если люди определяют факты как реальные, то они будут реальными и по их последствиям, которые отражаются в результатах действия. В то же вре-

мя в отличие от бихевиористской концепции «стимул – реакция» социальное поведение людей строится в соответствии с их оценкой или пониманием социальной реальности. В связи с этим основным понятием данной парадигмы является «значение», которым обладает все, к чему прикасается человек, то есть вся действительность, весь практический мир.

Парадигма социальных дефиниций также имеет различные направления. Она представлена прежде всего символическим интеракционизмом и этнометодологией. Символический интеракционизм (взаимодействие) сосредоточивает свое внимание на анализе социальных взаимодействий в основном в их символическом значении, особенно с точки зрения языка. Основоположником данного направления является Дж. Г. Мид. Сторонники этой концепции считают, что социальные действия надо анализировать с точки зрения человека, деятеля в соответствии с его личными оценками и толкованиями. Как и другие научные школы, интеракционисты действуют на основе гипотезы, согласно которой общие понятия (дефиниции), ценности, нормы возникают из процессов взаимодействия людей, служат для регулирования и освоения ими социального мира. Большое внимание интеракционисты уделяют условиям, при которых возникают различные понятия, ценности и нормы. Этот анализ позволяет им постичь процесс становления и развития различных социальных организаций. Нормативное взаимодействие возникает между индивидами, разделяющими общие символы, организованными в определенную систему, имеющую целеполагание.

Интеракционистское направление имеет две научные школы: чикагскую (Блумер, Стросе, Шибутани) и айовскую (Кун, Партленд). Для чикагской школы характерен интерес к процессуальному взаимодействию, к моменту становления социальных вещей и явлений, для айовской – изучение стабильных, «ставших» структур. Вторым концептуальным подходом парадигмы социальных дефиниций является этнометодология. Ее основной постулат состоит в том, что, вступая во взаимодействие, каждый человек имеет представление о том, как оно будет или должно протекать. Такое представление формируется на основании знания норм и требований общества (целого) в отличие от норм и требований рационального суждения человека. Поэтому черты рациональности должны быть выявлены в самом поведении. Основатель этнометодологии – американский социолог Г. Гарфинкель, выпустивший в 1967 году книгу «Исследования по этнометодологии».

Этнометодология базируется на четырех положениях:

1. Отождествление социального взаимодействия с речевой коммуникацией.

2. Отождествление исследования с истолкованием и интерпретацией действий и речи другого – собеседника.
3. Выделение двух слов интерпретации – понимания и разговора.
4. Отождествление структурной организации разговора с синтаксисом повседневной речи.

Исходя из этих положений этнометодологии, считают, что коммуникация между людьми обладает более существенной информацией, чем та, которая выражена вербально, потому что имеется неявное, фоновое значение, понятное лишь участникам коммуникативного процесса. В связи с этим сама социокультурная реальность рассматривается представителями этнометодологии как поток неповторимых, уникальных ситуаций, возникающих в процессе коммуникации. С помощью языковых выражений человек преодолевает уникальность и исходя из своего опыта и знаний унифицирует и классифицирует ее. По мнению этнометодологов, социальная реальность, поскольку ее можно констатировать, обладает лишь видимостью объективности, квазиобъективностью.

Важность этнометодологии заключается в исследовании тех феноменов человеческих взаимодействий, которым раньше не уделялось внимания. Поэтому в условиях усложнения социального мира и его динамики данная концепция, на наш взгляд, имеет большие научно-практические перспективы.

Парадигма детерминизма базируется на философском учении об объективной закономерности взаимосвязи и причинной обусловленности всех социальных явлений. Она представлена рядом концептуальных подходов, которые связаны с фактором, детерминирующим социальные отношения людей: экономическими, географическими, культурными, технологическими. К этой парадигме относятся марксизм, географический, культурный, технологический детерминизм.

Социально-исторический детерминизм марксистской теории имеет явно выраженную экономическую направленность, сводящую в конечном счете все социальные отношения к формам собственности, экономической обусловленности. Из марксизма «выпали» проблемы «деятельности» человека, личности, ее развития. Односторонность социологической концепции К. Маркса, его экономический детерминизм сделали ее догматической и непопулярной, многие ее положения не оправдали себя.

Ярким примером географического детерминизма может служить концепция крупнейшего отечественного историка С.М. Соловьева, в которой он выделил три положения³:

1. Географическая среда влияет на жизнедеятельность людей.
2. Государство – это разумный творец власти и сословия.

3. Нравственный и общественный прогресс есть стремление человека к идеалу христианства.

Культурный детерминизм берет начало в трудах М. Вебера ⁴. В частности, в работах по религии он рассматривает общество в зависимости от господствующих в нем религиозных ценностей. Согласно концепции культурного детерминизма, явления духовной культуры играют определяющую роль в развитии общества. При этом культура одними учеными рассматривается как нечто автономное, независимое от других сфер общества, другими, напротив, как одна из интегративных форм общественных отношений.

Широко распространенной является также концепция технологического детерминизма, которая отводит решающую роль в социальном развитии техническим и технологическим изменениям в производстве. Разнообразные формы этой концепции представлены в трудах многих ученых: Т. Веблена, Дж. Г. Гэллорейта, Д. Белла, П. Дракера и др.

Проведенный нами анализ современных социологических парадигм позволяет сделать вывод о том, что каждая из них, бесспорно, представляет определенный интерес, так как отражает те или иные аспекты многообразной социальной реальности, которую невозможно свести к единой научной концепции. К тому же в каждом обществе на определенном этапе его развития складывается специфический аспект проблем, которые ему необходимо решать исходя из своих целей, условий, средств и норм. Поэтому выбор той или иной социологической парадигмы должен быть увязан с управленческой парадигмой, определяющей цели, формы, методы и инструменты управленческого воздействия на социальные процессы.

В связи с этим в основу разработанной нами концепции управления социальными процессами положен интегративный подход, базирующийся на синтезе социологической и управленческой парадигмы. Исходя из разделяемого нами структурно-деятельного подхода, в процессе исследования объединяются обе дихотомии (уровней и способов) взаимодействия социальной реальности, что дает возможность наиболее адекватно изучать социальные процессы. С одной стороны, человек как деятель (субъект) реализует свои потенциальные возможности в действиях, которые обусловлены потребностями, мотивами, ценностями, влечениями и другими факторами человеческого сознания. При этом в процессе взаимодействия акцент делается на нормативный аспект социальной жизни. Нормативное же взаимодействие возникает между индивидами, разделяющими общие символы, ценности, организованными в определенную систему, имеющую целеполагание и структуру. Поэтому, с другой стороны, структуры рассматриваются как по-

тенциальные возможности, раскрывающиеся в процессе деятельности людей.

В «интерфейсе» между структурами и деятелями, операциями и действиями кроется механизм становления и развития социальных процессов. Соответственно целесообразно базироваться на принципе дуальности, предусматривающем анализ структур одновременно и как средство, и как результат практики. При этом основное внимание следует уделять именно процессуальному взаимодействию, а не моменту становления социальных вещей и явлений (изученных, стабильных, «ставших» структур). Это диктует необходимость регулирования социальных процессов с учетом как «дуализма структур», так и «дуализма агентов». Оба вида дуальности отражают склонность структур и деятелей (агентов) к самоизменению, что чрезвычайно важно учитывать при разработке современной концепции управления социальными процессами.

В силу динамизма процессов жизнедеятельности людей многие управленческие концепции уже не работают или плохо работают в современных условиях. По мнению профессора МГУ имени М.В. Ломоносова О.С. Виханского, высказанному в конце прошлого столетия, «интуитивно представляется верным утверждать, что в начале следующего тысячелетия произойдет существенное изменение в осознании того, что собой представляет менеджмент, какие задачи он решает и как осуществляется»⁵. Ученый считает, что в текущем, XXI веке, произойдет смена управленческой парадигмы. Он неслучайно использует слово «интуитивно», так как, с его точки зрения, делать основывающиеся на научном предсказании заключения по поводу того, что будут собой представлять общественные отношения и общественные процессы в будущем, в условиях сверхдинамических изменений, тщетно. Опыт последних десятилетий красноречиво говорит о том, что будущее ни на что не похоже.

Разделяя точку зрения О.С. Виханского о чрезвычайной сложности прогнозирования социальных процессов, мы, тем не менее, считаем необходимым и возможным, рассмотреть ряд парадигмальных изменений в социальном менеджменте, характерных для сегодняшнего дня.

Понятие социального менеджмента призвано, прежде всего, раскрыть содержание современной парадигмы управления социальными процессами, базирующейся на принципиально новых научных взглядах на человека, его место и роль в окружающем мире.

По мнению многих зарубежных и отечественных ученых, формирование современной картины мира должно исходить из признания ноосферно-космической цивилизации, в центре которой стоит «многомерный»

человек: биологический, экономический, социальный. Тем самым человечество постепенно отказывается от антропоцентристского мировоззрения – «биосфера для человека» в пользу биоцентристского – «человек для биосферы». На последнем подходе, в частности, основывается современная социоэволюционная концепция устойчивого развития. Она рассматривает человека как носителя биосферной функции, а социальный процесс – как рост «запаса устойчивости человека». Биосферная функция человека означает, с одной стороны, включение внешнего механизма регулирования устойчивости биосферы (регулирование антропогенных потоков углерода), а с другой – выключение негативного или непрогнозируемого антропогенного вмешательства во внутренний механизм функционирования биосферы. Иначе говоря, деятельность человека в биосфере должна быть освещена разумом и направлена на сохранение природных систем.

Тончайшие внутренние механизмы функционирования биосферы, связанные прежде всего с биоразнообразием, выработались за миллиарды лет эволюции, поэтому «управление» ими не только не нужно, но на современном этапе опасно и даже невозможно.

Согласно новой парадигме, биосферная функция человека может быть реализована через управляемое саморазвитие – управление прежде всего самим собой. Принципиально должны изменяться его место и роль в обществе в соответствии с эволюцией концепций управления человеческими ресурсами, их направленностью от экономической и организационной к гуманистической парадигме.

В рамках гуманистической парадигмы управления создаются высокоактивные социальные группы, служащие основой формирования «саморегулирующегося» и «самоуправляемого» сектора на уровне как организации, так и общества в целом. В связи с этим гуманистическая составляющая парадигма социального менеджмента должна быть, на наш взгляд, тесно увязана с современными концепциями самоорганизации и управления социальными системами и процессами. Содержание этого положения кратко можно раскрыть следующим образом.

Разнообразие, сложность и динамизм современных социальных процессов не дают возможности полного и всеохватывающего субъекта. Любой социальный субъект (человек, социальная группа, организация, государство, правительство) должен быть имманентным той социальной системе, элементом которой он является. Поэтому всякое управляющее воздействие с его стороны должно умело включаться в процессы самоорганизации и самоуправления. Главным рычагом воздействия на людей при этом, как свидетельствует японский опыт, является «жесткая» организационная культура. Голландские ученые А. Каммельи, П. Хентце, как бы

ло отмечено ранее, определяют ее как коллективное ментальное программирование, то есть «запрограммированный коллективный разум» в отношении понимания миссии, целей, ценностей, поведения, взаимоотношения. Тем самым на базе общей ментальной организации складывается повседневное поведение индивидов. Соответственно на уровне общества взаимоотношения между людьми должны базироваться на национальных и общечеловеческих ценностях и нормах, общечеловеческой культуре.

Управление социальными процессами должно быть также, на наш взгляд, направлено на достижение оптимального информационно-энтропийного соотношения. Это позволит обеспечить разнообразие, разброс, определенный хаос в социальной системе, что в свою очередь обеспечит ее гибкость и адапционность. В связи с этим отход от стандартов, стереотипов, умение быть не такими, как все, должны стать важнейшими составляющими современной парадигмы социального менеджмента.

Парадигмальные изменения мира управления будут также связаны с отходом от позиций логического психологизма, стремлением преодолеть его крайний антипсихологизм, обусловленный широким проникновением в сферу управления идей информатики. Кибернетические концепции, представленные в основном в зарубежной литературе, оттесняют деятельность человека на задний план, а функции управления отождествляют с информационной технологией их выполнения. Таким образом, усиление тенденций антипсихологизма, с одной стороны, сдерживает процессы гуманизации сферы управленческой деятельности, то есть повышение значения активности человека как субъекта управления, с другой стороны, эта тенденция все более остро ставит проблему информационной совместимости. Изменяются также коммуникации между людьми, значительно ослабевает эмоциональный фон в процессе их взаимодействия. Это диктует необходимость возрастания роли адапционных возможностей субъекта управления, позволяющих ему генерировать новые образцы деятельности и поведения.

Гуманизация управленческой деятельности, реализация способности людей конструировать социальный мир, своевременно адаптироваться к его изменениям, умело использовать механизмы самоорганизации социальных процессов невозможны без устремленности к качеству как всеобщей составляющей мироздания. Поэтому важнейшим звеном современной парадигмы социального менеджмента должно стать социальное качество в его системном и функциональном понимании. Такая трактовка качества в отличие от господствовавшего длительное время субстратного и предметного подхода находит отражение в формировании современных

систем управления, базирующихся на принципах TQM (Total Quality Management). Эта система основывается на учете взаимосвязи всех факторов качества: технологических, экономических, социальных, организационных, психологических, культурных.

Применительно к социальной реальности такую систему управления необходимо формировать исходя из природы социальных качеств, условий их реализации во времени и пространстве, а также учитывая сложность и многоаспектность составляющих социального качества. Во главу угла такой системы должно быть поставлено «качество человека», рассматриваемое с трех позиций: индивида, личности, индивидуальности, тесно увязанное со всеми другими составляющими социального качества: качеством общностей, качеством общества, хозяйства, культуры, образом и качеством жизни, духовностью и ментальностью. Такой подход будет способствовать переориентации сознания людей с количественных ориентиров социального развития на качественные.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ См.: Parsons, T. The Social System. – Glance : Free Press, 1964. – P. 154.

² См.: Тексты по истории социологии XIX–XX веков : хрестоматия. – М. : Наука, 1994. – С. 3.

³ См.: Соловьев, С.М. Соч. : в 18 кн. – М. : Мысль, 1988. – Кн. 2. – С. 164.

⁴ Вебер, М. Избр. произв. : пер. с нем. – М. : Прогресс, 1990.

⁵ Виханский, О.С. Управленческая парадигма XXI века // Менеджмент. – 1996. – № 4. – С. 24.



ИСТОРИЯ. ПОЛИТОЛОГИЯ

В.В. Страхов

ИЗ ИСТОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАЙМОВ В РОССИИ

Вследствие господства крепостничества и традиционного хозяйства, неразвитости капиталистического уклада и присущих ему кредитных отношений, а также своеобразия исторического пути России, законодательно оформленные внутренние правительственные займы появились здесь сравнительно поздно – лишь в первое десятилетие XIX столетия.

В наиболее же развитых в экономическом и социально-политическом отношении странах Западной Европы внутренние правительственные займы стали практиковаться гораздо раньше. «Настоящие, то есть денежные по форме, государственные займы встречаются впервые в итальянских республиках XII века», – писал по этому поводу Н.К. Бржеский¹.

Однако потребовалось почти четыре столетия активного развития капиталистических отношений, прежде чем подобные операции, которые являлись реальной альтернативой «порче» монеты, ростовщическому кредиту у купцов и банкиров, а также увеличению существовавших и введению новых налогов, стали периодически проводиться в Голландии, Франции и Англии.

Именно тогда, то есть в XVI веке, в условиях ускоренного развития товарно-денежных отношений и на основе широкого распространения коммерческого кредита, вексельного обращения, банковской деятельности и использования в обороте обязательств откупщиков появляются свободно продававшиеся свидетельства официальных государственных займов – облигации на предъявителя, гарантировавшие получение фиксиро-

ванного дохода по вложенному капиталу и возврат всей его суммы по прошествии определенного срока.

Впервые подобные финансовые инструменты, эмитентом которых выступало правительство Нидерландов, были введены в оборот в Антверпене – ведущем торговом и банковском центре Европы того времени.

Из-за перманентного увеличения бюджетных расходов, в первую очередь военных, в XVII–XVIII веках выпуск внутренних правительственных займов в ведущих европейских государствах неуклонно возрастал. Несмотря на низкую доходность, не превышавшую обычно 6–7 процентов годовых, эти бумаги привлекали к себе интерес все большего количества лиц, прежде всего из среды крупной городской буржуазии. Для нее они являлись не только надежным, ликвидным и удобным инструментом капитализации своих накоплений, но и средством воздействия во многих случаях на политику власти.

Иными словами, возраставшее участие в займах высших слоев «третьего сословия» можно вполне рассматривать как составную часть политического компромисса в процессе формирования европейского абсолютизма, который, как известно, возникал как равнодействующая между укреплявшимся капитализмом и отступавшим феодализмом. В связи с этим уместно вспомнить слова К. Маркса о том, что на начальных этапах развития европейского капитализма «государственный кредит становится символом веры капитала».

Широкое использование внутренних займов в развитых европейских странах стало и одним из решающих факторов появления и быстрого распространения здесь с конца XVII века бумажных денежных знаков в виде банковских билетов. Именно обращение государственных долговых обязательств, а также расширение масштабов оборота коммерческих векселей, развитие банковского кредита и операций с ценными бумагами частных эмитентов на биржах сформировали соответствующие условия финансово-экономического, социально-психологического, правового и финансово-технического характера.

Что касается России, то первые попытки государства воспользоваться займами внутри страны были предприняты здесь как минимум на несколько веков раньше официального, то есть закрепленного в законодательном порядке, выпуска правительственных долговых обязательств.

Например, еще великий князь Василий Темный брал займы у московских «гостей» и торговцев суконной сотни. В период Смутного времени Василий Шуйский под заклад драгоценностей пытался получить кредит у «гостей», брал ссуды у Троице-Сергиевой лавры и Соловецкого

монастыря. Позже, точнее в мае 1613 года, с просьбой о денежном займе правительству к известным купцам и промышленникам Строгановым обращался недавно вступивший на престол царь Михаил Федорович Романов ².

Однако эти факты не могут, естественно, являться показателем наличия в России того времени финансово-экономических и социально-политических условий, необходимых для возникновения организованного публичного кредита. В стране фактически отсутствовал даже коммерческий кредит, который всегда, учитывая опыт Западной Европы, предшествовал появлению и развитию систематических кредитных операций с участием государства в роли заемщика. И неслучайно первые Романовы, как подчеркивал И.М. Кулишер, «прибегали к принудительным займам – к запросным деньгам, ибо добровольно получить их невозможно было» ³.

Господствовавшей формой кредитных отношений между частными субъектами по-прежнему, как и много веков назад, оставалось ростовщичество, то есть такая форма кредита, которая отличается крайне высокой ставкой процента, наличием залога и, как правило, существует там, где производители еще не отделены от средств производства. Ростовщический кредит консервативен по своей сути: способствуя в условиях традиционного общества накоплению сокровищ и концентрации в одних руках средств производства, он не создает значимых предпосылок для развития капиталистических отношений.

Правда, в отличие от предшествовавших столетий под влиянием роста товарно-денежных отношений и расширением предложения, натуральная форма ростовщичества все более уступала место денежной. Данный процесс сопровождался и некоторым понижением процентной ставки, в частности, по ссудам, которые выдавались монастырями ⁴. Тем не менее, в целом кредит в России оставался крайне дорогим. Его самой разорительной формой считалась «лихва», то есть ссуда под 60 процентов годовых и выше, которая, как правило, целенаправленно использовалась крупными землевладельцами для «прикрепления» к своей земле еще формально обладавших личной свободой крестьян.

Следует сказать и о том, что в качестве заемщиков уже выступали не только физические лица: к кредиту прибегали «и волости, и слободы, и посады, которым на содержание старост и судей, дьячков и целовальников, изб и тюрем, на многочисленные подарки в московских приказах и присылаемым оттуда воеводам и сыщикам не хватало обычных средств – поступлений от самообложения» ⁵.

Осознавая многочисленные негативные последствия ростовщической деятельности и особенно ее отрицательное воздействие на налоговый

потенциал тяглого населения, власти неоднократно предпринимали попытки ограничить и даже искоренить ростовщичество. Так, статья 255 Соборного уложения вообще запрещала, следуя христианской догматике, выдачу ссуд под проценты⁶.

Однако этот и подобные ему запреты сравнительно легко преодолевались с помощью различных ухищрений. Широко практиковалась выдача ссуды, из которой заранее вычитались соответствующие проценты. Другой распространенный способ заключался в том, что выдаваемая заемщику ссуда формально была беспроцентной, но по договоренности сторон устанавливался очень короткий, практически нереальный срок ее возврата. За просрочку же платежа оговаривались не запрещенные законом высокие проценты, которые в конечном итоге и придавали ссуде ростовщический характер⁷.

Названная статья Уложения сохраняла юридическую силу более столетия, точнее до манифеста императрицы Елизаветы Петровны от 13 мая 1754 года, которым, в частности, устанавливался «указной процент», то есть максимальный размер ссудной ставки в 6 процентов⁸. Однако, как справедливо подчеркивал С.Я. Боровой, на протяжении указанных ста лет «неоднократно встречаются документы и законодательные акты, говорящие о процентных ссудах»⁹.

В связи с вышеизложенным вызывает интерес мнение известного французского специалиста по проблеме генезиса капитализма, видного представителя исторической школы «Анналов» Ф. Броделя. Подчеркивая факт «незрелости» русского города эпохи позднего Средневековья, он в немалой степени связывал это с отсутствием доступного «современного» кредита и «царством ростовщичества, невообразимо сурового»¹⁰.

И тем не менее, в силу доминирования традиционного хозяйства ростовщическая деятельность не получила в России самостоятельного экономического значения. «Торговый и ростовщический капитал выступал в условиях XVII века не обособившись друг от друга», – подчеркивал в этой связи С.Я. Боровой¹¹. Важно и то, что в дальнейшем ростовщичество так и не смогло перейти на качественно новую ступень, связанную уже с частной банковской деятельностью.

Масштабные преобразования Петровской эпохи и связанные с ними многочисленные заимствования западного опыта, казалось бы, создавали условия для приобщения страны к передовым достижениям мировой хозяйственной практики, неотъемлемой частью которой являлись развитые кредитные отношения, государственные займы, банковская и эмиссионная деятельность, биржевое дело и вексельное обращение. Однако в силу приоритетной ориентации реформ на достижение военного могущества и укрепление геополитических позиций Российской державы, их внут-

ренной противоречивости, глубокого переплетения модернизационных и традиционалистских тенденций, а также дальнейшего усиления роли государства в экономической жизни общества, результаты преобразований в кредитно-финансовой сфере оказались неоднозначными и сравнительно «скромными».

Созданные «сверху» и на средства казны мануфактуры, главной задачей которых являлось удовлетворение насущных потребностей армии и флота, фактически не нуждались в коммерческом кредите. Острой нужды в нем не наблюдалось и в дальнейшем, когда многие из них были переданы в частные руки. Экономическая связь этих предприятий с государством во многих случаях по-прежнему оставалась более глубокой, нежели с внутренним рынком, который к тому же обладал весьма ограниченными возможностями в плане потребления промышленной продукции.

Свидетельством стремления власти к искусственному насаждению элементов рыночной инфраструктуры, дополнительному стимулированию предпринимательской активности, а также, что немаловажно, отражением личного желания Петра I превратить новую столицу во «второй Амстердам» стало учреждение в Санкт-Петербурге биржи. Однако на протяжении последующих десятилетий, вплоть до начала XIX века, она не производила операций с фондовыми ценностями из-за отсутствия таковых. Исключение составляли «лишь покупки-продажи иностранных векселей, которые были необходимы для экспорто-импортных торговых операций»¹². Кроме того, роль самой столичной биржи в экономической и финансовой жизни страны длительное время оставалась незначительной.

Одним из немногих достижений Петровской эпохи, действительно создававшим определенные предпосылки для развития коммерческого, банковского и в конечном счете государственного кредита, стало внедрение в практику переводного векселя. Учитывая огромные пространства России, высокий удельный вес медной монеты в структуре денежного обращения и длительность торговых оборотов, переводной вексель приобретал исключительно важное значение. Сам Петр I был хорошо знаком с векселем и считал необходимым развивать его обращения, особенно в связи с удовлетворением нужд государства. Так, в наказе созданному в 1711 году Правительствующему Сенату царь вменял ему в обязанность «исправить и держать в одном месте»¹³ казенные векселя.

С целью правовой регламентации вексельного обращения в мае 1729 года, уже после смерти Петра Великого, по инициативе члена Верховного тайного совета и руководителя созданной в 1726 году Комиссии о коммерции графа А.И. Остермана был принят специальный законода-

тельный акт – Устав вексельный. Во введении к Уставу указывалось, что он «сочинен и выдан вновь ради того, что в Европейских областях вымышленно, вместо перевозки денег из города в город, а особо из одного владения в другое, деньги переводить через письма, названные вексельями, которые от одного к другому даются или посылаются, и так действительные есть, что почитаются наипаче заемного письма, и приемлются так, как наличные деньги, а за неплатежи штрафуются многими перед займом излишними процентами...»¹⁴. Особое внимание в Уставе уделялось «векселям на казенные деньги», появившимся в годы Северной войны в связи со значительными трудностями транспортировки денежных средств для действующей армии. Характерно, что именно операции казны с этими специфическими финансовыми инструментами предшествовали возникновению и распространению коммерческого векселя в России.

То, что в первой четверти XVIII столетия власть не предпринимала серьезных и действенных мер по организации и развитию в стране «правильного» кредита, во многом определялось самой идеологией петровских реформ, их нацеленностью на усиление позиций абсолютистского государства в экономической сфере, на установление отношений патернализма лишь с «нужными» частными хозяйствующими субъектами, на централизацию и бюрократизацию управления. Немаловажное значение имело и то, что доминировавшая система хозяйствования, основанная на крепостном труде, еще не исчерпала своих потенциальных возможностей и, несмотря на многочисленные трудности реформ, показывала положительную динамику развития. Именно поэтому на данном этапе не наблюдалось глубокой заинтересованности широких кругов дворянства в организации «правильного» кредита.

Следует учитывать и то, что развитие кредитной сферы было затруднено в условиях постоянных и инфляционных по своему характеру изменений в денежном обращении. Их главный результат состоял в масштабной «порче» серебряной монеты, а также в том, что медная монета на многие десятилетия превратилась в основное платежное средство внутри страны и, как справедливо подчеркивал И.Г. Спасский, «открывала перед государством, почти не имевшим собственной добычи серебра, значительные финансовые возможности»¹⁵.

К сказанному добавим, что именно этот инфляционный механизм управления дефицитом государственного бюджета во многом компенсировал потребности казны и в заемных средствах. Неоднократно возникавший вопрос об обращении к государственному кредиту в начале XVIII века свидетельствовал не только о глубоком интересе Петра Великого к кредитно-финансовой политике и денежному обращению в запад-

ных странах, к экспериментам знаменитого Дж. Лоу, но и о появившихся впервые проектах внутренних правительственных займов.

Примечательна в этом отношении записка «Статьи ко умножению государственной казны для нужды настоящей войны» из так называемых «кабинетных бумаг» Петра I¹⁶. Ее основная цель заключалась в обосновании тезиса о нецелесообразности дальнейшего увеличения доходов государственного бюджета за счет усиления налоговых платежей с крестьянства, так как это неизбежно ведет к тому, что «земля останется без людей». В качестве одной из альтернатив записка предлагала выпуск внутреннего займа на сумму в 1 миллион рублей. Гарантом его возврата после окончания войны со Швецией должен был выступить глава государства. Заем следовало разделить на 100 частей и распространить среди крупного купечества в виде «заемных писем» при помощи «двух верховных судей, людей разумных, породных и благоревностных». Каждый факт приобретения названных бумаг должен был заноситься в «книгу великую, позлащенную», то есть в специальный реестр государственных долгов.

Существенной особенностью проекта, в котором просматривается стремление нейтрализовать возможность усиления политических позиций крупного купечества, являлось то, что он не предусматривал выплату каких-либо процентов по займу. Участие в нем, по мысли автора, должно было расцениваться кредиторами казны как обязанность перед Богом и самодержцем, своего рода платой за то, чтобы не потерять «отчизну и живота своего»¹⁷.

По мнению П.Н. Милюкова, автором данного документа, который, по всей видимости, был представлен на рассмотрение царю в 1710–1711 годах, являлся известный дипломат и предприниматель, серб по происхождению Савва Лукич Владиславич, граф Рагузинский. Именно он, будучи российским агентом в Османской империи, привез в 1705 году из Константинополя в подарок Петру I знаменитого арапа Ибрагима.

К этому же периоду относится и другой любопытный проект, который, будучи связан с внутренним кредитом казны, как бы предвосхищал появление ассигнаций в России.

Считая, что именно государству должна принадлежать ведущая роль в развитии хозяйства страны, «рудных дел промышленник» Даниил Воронов в направленной царю в 1712 году записке предлагал увеличить финансовые возможности казны путем выпуска на сумму в 5 миллионов рублей и сроком на 50 лет так называемых «замен» – своеобразных кредитных денег. Полагая, что возросший за годы реформ авторитет государства является вполне достаточной гарантией надежности новых де-

нежных инструментов, автор рекомендовал делать их из наиболее дешевого материала – дерева¹⁸.

И, тем не менее, в царствование Петра Великого Россия обошлась без внутренних и внешних государственных заимствований. «Несмотря на огромные издержки по делам внутреннего преобразования, на долговременную тяжелую войну, на новые дипломатические издержки, государство пробавлялось своими доходами и не сделало ни копейки долгу», – писал в этой связи знаменитый русский историк С.М. Соловьев¹⁹.

Интересно высказывание самого Петра I по этому поводу. После заключения Ништадского мира он говорил: «Я только что окончил войну, продолжавшуюся 21 год, не встретив надобности прибегать к заключению государственных займов и если бы мне по Божьей воле пришлось воевать еще 20 лет, я бы воевал, не прибегая к займам»²⁰.

Таким образом, петровские реформы не повлекли за собой, как справедливо подчеркивает Н.Н. Калинина, «кардинального решения вопроса о правильной организации в России кредитного дела»²¹. Вместе с тем они оказали весьма существенное воздействие на направление и характер развития кредитной сферы в будущем. Главная особенность этого развития заключалась в том, что деятельность государства в данной области определялась не столько потребностями возраставшего хозяйственного оборота, усиливавшейся активностью купечества и промышленников, сколько потребностями получения дополнительных финансовых ресурсов для покрытия бюджетных дефицитов и необходимостью материальной поддержки дворянства.

Показателен в этой связи пример учрежденной в 1729 году Монетной конторы, которая просуществовала до 1754 года и «стала прототипом государственных кредитных учреждений России»²².

Именным указом Анны Иоанновны от 8 января 1733 года «О правилах займа денег из Монетной конторы» впервые в отечественной практике официально было разрешено выдавать «деньги в процент». Необходимость введения данной операции в указе мотивировалась тем, что многие подданные, «имея в деньгах нужду, принуждены занимать у чужестранных и у прочих, с несносными великими процентами и с залогами такими, который против взятых денег в полтора или вдвое стоить может, и от того приходят в убожество и разорение, и дают не токмо по 12, но и по 15 и 20 процентов, чего во всем свете не водится, и случается, что иные проценты вычитают у них из тех же данных наперед денег...»²³.

Однако истинные причины появления указа определялись, прежде всего, интересами государства. «Правительство при учреждении подобного банка, не столько заботилось о доставлении кредита частным лицам,

сколько о своих собственных выгодах и привлечении в казну возможно большего количества золота и серебра», – писал по этому поводу видный специалист по истории отечественных финансов, известный государственный деятель граф Д.А. Толстой²⁴.

Уделяя особое внимание процедуре выдачи ссуд, названный указ предписывал осуществлять кредитование частных лиц сроком на 1 год под 8 процентов годовых с предоставлением права отсрочки возврата взятых средств до 3 лет. Обязательным условием выдачи ссуды являлось наличие залога в виде изделий из золота и серебра, которые принимались из расчета 75 процентов их стоимости, устанавливаемой специальными служащими – обер- и минц-мейстерами.

Кредитные операции Конторы, которая с 1734 года стала официально именоваться Монетной канцелярией, «были очень незначительны»²⁵. Как показывает С.Я. Боровой, в среднем ежегодно в виде ссуд она выдавала около 2 тысяч рублей²⁶. Быстро возникшая тесная связь с сановной верхушкой со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями, а также обусловленный хроническими бюджетными дефицитами недостаток кредитных ресурсов во многом predeterminedли неэффективность функционирования данного института.

И все же в контексте развития кредитных отношений в России, в том числе процесса формирования предпосылок для появления внутренних государственных займов, деятельность Монетной конторы представляет немалый интерес. Во-первых, это был первый опыт официального закрепления права кредитной деятельности, причем, что особенно важно, за государственным учреждением. Во-вторых, предписанный ей размер ссудного процента, становился своеобразным эталоном, на который следовало ориентироваться в частных кредитных отношениях. И, наконец, в-третьих, в деятельности Монетной конторы впервые рельефно и четко проявилась специфическая связь в кредитной сфере между интересами абсолютистского государства и высших кругов дворянства, которая в дальнейшем стала одним из главных факторов развития кредитно-банковских отношений в России.

На более высокий уровень развития банковская деятельность государства выходит с царствования Елизаветы Петровны, когда прямая и косвенная материальная поддержка дворянства становится одной из главных составляющих экономической и внутренней политики правительства. Свое отражение это нашло, в частности, в уже упоминавшемся указе Елизаветы Петровны от 13 мая 1754 года «Об учреждении государственного банка, о порядке выдачи из одного денег и наказании ростовщиков», согласно которому в Санкт-Петербурге и Москве создавался Дворянский заемный банк²⁷.

Дворянский земельный банк имел ярко выраженный сословный характер, так как его клиентами могли быть только представители дворянства. Кроме ломбардных операций с драгоценностями, он осуществлял выдачу ссуд под залог помещичьих имений, в том числе вместе с крепостными крестьянами, а также под поручительство «знатных, зажиточных и надежных людей». Ссуды в размере до 10 тысяч рублей выдавались под 6 процентов годовых на срок до 3 лет.

Если первоначально капитал Дворянского банка составлял 750 тысяч рублей, то уже в царствование Екатерины II он достиг огромной суммы — 6 миллионов²⁸. Однако это ни в коей мере не являлось показателем эффективности его деятельности. Наоборот, она носила хронически убыточный характер. Многократное увеличение основного капитала банка за счет казенных сумм объяснялось постоянно возрастающими обращениями дворянства за кредитами, а также тем, что большинство ссуд со временем приобретало безвозвратный характер. Даже проценты по полученным кредитам заемщики нередко отказывались выплачивать, резонно полагая, что их безвозмездная поддержка — прямая обязанность правительства.

Вышеназванным указом при «Санкт-Петербургском порте коммерции» создавался и Купеческий банк. Его кредиты выдавались лишь купцам, которые могли предоставить в залог находившиеся в столичном порту товары и в отдельных случаях — векселя. Казалось бы, несмотря на определенную узость клиентской базы, это учреждение должно было в гораздо большей степени отвечать методам рыночного хозяйствования и принципам банковской деятельности. Однако в силу своего «казенного» происхождения, слабой ориентации на извлечение коммерческой прибыли и обусловленных этим многочисленных «теневых» сторон практики кредитования, деятельность банка не имела успеха. В 1782 году он был ликвидирован, а его капиталы переданы Дворянскому банку. Из-за возраставшей убыточности и необходимости принятия мер по взысканию многочисленных просроченных ссуд спустя четыре года был закрыт и этот банк. Его приемником в 1786 году стал Государственный заемный банк, главная задача которого состояла в поддержке дворянского землевладения.

Практическая деятельность первых казенных банков была далека от первоначально поставленных перед ними задач, о чем свидетельствует именной указ Петра III «О сборе денег, розданных в заем из Банков Санкт-Петербургского и Московского, и о недаче заимщикам отсрочки во взносе оных», который появился 26 июня 1762 года и стал последним подписанным императором законодательным актом. «Учрежденные для Дворянства и купечества здесь и в Москве банки имели служить для вспоможения всему обществу, — подчеркивалось в указе, — но Нам известно, что

следствие весьма мало соответствовало намерению и банковские деньги остались по большей части в одних и тех же руках, в кои розданы с самого начала...». Учитывая эту «избирательность» кредитования и не возврат ссуд, Петр III повелевал «в розданных в заем деньгах отсрочки более не делать, но все оные надлежало собрать и ожидать Нашего дальнейшего указа»²⁹. Однако никаких дальнейших указаний не последовало. Пришедшая к власти через два дня Екатерина II предпочла без лишнего шума «забыть» об этом акте своего супруга. Более того, стремясь завоевать симпатии и поддержку со стороны верхов дворянства, она стала с гораздо большей щедростью одаривать их безвозвратными ссудами за счет капиталов казенных банков.

Особая страница истории становления кредитных отношений в России связана с реализацией положений указов Елизаветы Петровны от 7 октября и 6 ноября 1757 года и 21 июля 1758 года, инициатором появления которых был видный финансист своего времени, сенатор, граф П.И. Шувалов. Формально они должны были способствовать расширению вексельного оборота в стране, росту торговых оборотов, сокращению транспортировок денежных средств между центром и провинцией. Однако в действительности главная цель указов заключалась в насыщении посредством так называемого «Медного банка» каналов денежного обращения медной монетой, в привлечении в казну ставших дефицитом серебряных денег и в конечном итоге в обеспечении правительства дополнительными финансовыми ресурсами.

В результате реализации «проекта Шувалова» на качественно более высокий уровень перешла сама практика вексельного обращения и казенной банковской деятельности в России. Заложенные тогда основы техники взаиморасчетов и учета являлись прообразом современного безналичного оборота денежных средств. «Медный банк, – писал А.Н. Гурьев, – представлял собою значительный шаг вперед сравнительно с Купеческим банком и мерами вексельного производства: здесь замечается уже зародыш операций трансферта и текущих счетов»³⁰.

Формированию предпосылок для начала проведения на внутреннем рынке правительственных займов особенно активно способствовали и последующие многочисленные мероприятия власти в кредитно-банковской сфере. Среди них особенно выделяется создание в 1769 году Ассигнационного банка, ставшего эмитентом бумажных денег – ассигнаций. Важным шагом в окончательном оформлении казенной кредитно-банковской системы стало появление в 1772 году специфических кредитно-депозитных институтов, которые назывались ссудные и сохранные казны, а в 1775 году – Приказы общественного призрения. Не вдаваясь в детальный анализ особенностей их деятельности, отметим, что постоянный рост

операций по депозитам ярко свидетельствовал о том, что в стране постепенно начинал формироваться рынок свободных денежных капиталов, разместить которые можно было лишь в казенных кредитных учреждениях.

Главная причина, побудившая правительство Александра I обратиться к кредиту на внутреннем рынке, заключалась в возраставшем ускоренными темпами дефиците государственного бюджета и прогрессирувавшем ухудшении состояния денежного обращения вследствие постоянного наращивания выпуска ассигнаций. Это было вызвано в свою очередь значительными, постоянно растущими расходами казны на ведение череды непрерывных войн: с Персией (1804–1813 гг.), наполеоновской Францией (1805–1807 гг.), Османской империей (1806–1812 гг.) и Швецией (1808–1809 гг.). Достаточно сказать, что в 1809 году расходы казны возросли по сравнению с 1806 годом почти в 2,3 раза и составили 278,5 миллиона рублей. А дефицит государственного бюджета за период 1801–1809 годов возрос с 12,2 миллиона до 157,5 миллиона рублей, то есть почти в 13 раз.

Сложность создавшейся ситуации усугублялась тем, что после заключения в конце июня 1807 года Тильзитского мира с Францией и присоединения царской России к континентальной блокаде Великобритании, основного торгового партнера империи, таможенные и налоговые поступления в казну стали неуклонно сокращаться. Фактически исчерпанным на тот момент оказался и такой источник доходов, как приватизация государственной собственности.

Невозможными для России оказались заимствования на финансовых рынках западноевропейских стран. Оккупация французскими войсками Нидерландов, где еще с 1769 года при помощи придворных банкиров Екатерины II размещались 5-процентные займы русского правительства³¹, расстройство денежного обращения и кредита во многих европейских государствах, общая тревожная политическая ситуация на континенте – все это становилось фактически непреодолимым препятствием на пути заключения здесь каких-либо крупных займов.

Негативно сказывалось и то, что среди западных банкиров была свежа память об одной из самых радикальных и одиозных инициатив императора Павла I – официальном отказе оплачивать проценты по заграничным долгам Российской империи вследствие прекращения поступлений военных субсидий от Великобритании и обращении на нее соответствующих требований кредиторов русского правительства. И хотя почти сразу после вступления на престол Александра I оплата процентов по названным долгам была возобновлена, доверие к России как заемщику было в немалой степени подорвано.

Следует подчеркнуть, что в это время даже подавляющее большинство представителей высшей бюрократии не было осведомлено о реальном состоянии государственных финансов и масштабах бюджетного дефицита. Характерен в этой связи случай, произошедший с отчетом Сенату первого российского министра финансов А.И. Васильева о своих действиях в 1802 году³². На замечание Сената об отсутствии в отчете сведений о конкретных суммах государственных расходов и доходов министр ответил, что, согласно принятому правилу, указанные сведения составляют тайну. Стремясь подкрепить свой отказ, А.И. Васильев обратился в Комитет министров и прямо поставил вопрос о том, следует ли предоставлять Сенату соответствующие сведения или по-прежнему считать их государственной тайной. Ответ Комитета министров, данный в «Высочайшем присутствии», гласил: «Генеральные сведения обо всех государственных доходах и расходах, об оборотах Государственного казначейства и Ассигнационного банка, а также и по монетному переделу и внешним переводам сумм – почитать в числе дел тайне подлежащих и оных в отчет Правительствующему Сенату не включать, а подносить о том особые счета прямо Его Императорскому Величеству на соизволение, кому угодно будет поручить просмотреть и проверить их»³³.

Однако вернемся непосредственно к вопросу о появлении в России внутренних государственных займов. Первый такой заем был выпущен на основании именного указа императора Александра I «О внутренних в государстве займах», данного государственному казначею 25 августа 1809 года³⁴. Инициатором эмиссии «заемных из казначейства билетов» и ведущим автором проекта названного указа являлся выдающийся отечественный реформатор, статс-секретарь М.М. Сперанский, который был в тот период «истинным руководителем государственных финансов»³⁵.

Любопытно, что именно глубокая убежденность М.М. Сперанского в необходимости приступить к активному использованию внутренних займов для преодоления кризисного состояния государственных финансов была одной из главных причин его столкновений с министром финансов А.Ф. Голубцовым, который в конечном итоге был уволен с занимаемой должности указом императора в первый день 1810 года. Известный мемуарист первой половины XIX столетия Ф.Ф. Вигель писал по этому поводу: «Осторожность, робость и вместе с тем самостоятельность Голубцова не могли нравиться Сперанскому: он почитал его человеком, завязшим в старинной, изъезженной колее. Он все страшился чрезвычайных займов. Бессмысленный! Разве не знал он, что Англия богатеет, благоденствует в неоплатных долгах: этого рода блаженство желал Сперанский доставить России»³⁶.

Однако отрицательное отношение к государственным займам было характерно не только для А.Ф. Голубцова. Несмотря на активное распространение в России идей меркантилизма, многие западные теоретики которого считали правительственный кредит одним из важнейших источников доходов бюджета, способствующим процветанию нации³⁶, большинство представителей царской бюрократии оценивало заимствования на внутреннем рынке негативно. Внутренние займы у физических лиц воспринимались как самый худший способ пополнения бюджета, тяжкое бремя на будущие поколения, своеобразный гарант неизбежного государственного банкротства в дальнейшем. Оправданность подобных воззрений как будто подтверждалась историческим опытом России.

Основная задача, которая ставилась перед первой кредитной операцией правительства на внутреннем рынке, состояла по существу в апробации механизма изъятия из каналов денежного обращения части ассигнаций с целью сокращения темпов инфляции и стабилизации их курса по отношению к серебряному рублю.

Выпускаемый по номинальному курсу заем был рассчитан на 5 лет и обеспечивал получение держателями облигаций 6-процентного ежегодного дохода, а также 1 процента так называемой грации (премии). Все эти проценты выплачивались за год вперед. По желанию владельцев облигаций срок займа мог быть продлен до 10 лет.

С целью еще больше поднять интерес к этой операции со стороны владельцев крупных капиталов, связанных деловыми отношениями с государством, в эмиссионные условия займа по инициативе М.М. Сперанского было включено положение о приеме облигаций по номинальной стоимости в залоги по всем подрядам и поставкам казне, а также в платежи «откупной питейной суммы» в размере 20 процентов. Значение данного положения, особенно его первой части, которая в дальнейшем неизменно присутствовала в выпускных условиях внутренних займов вплоть до 1917 года, трудно переоценить. Не накладывая каких-либо новых обязательств на государство, оно оказывало существенное влияние на формирование устойчивого и расширенного спроса на правительственные ценные бумаги со стороны многочисленных подрядчиков и поставщиков казны. Кроме того, возможность использовать облигации займов в качестве залога по номинальной стоимости без потери процентов на вложенный капитал способствовало в последующем укреплению их статуса как надежных и многофункциональных финансовых инструментов.

Несмотря на такие, казалось бы, привлекательные условия для потенциальных держателей, заем, по имеющимся в литературе оценкам, «имел очень слабый успех»³⁸. Вопреки первоначальным ожиданиям, значитель-

ного спроса на облигации со стороны владельцев крупных денежных состояний не наблюдалось. Их интерес к займу носил кратковременный характер, вызванный новизной правительственной операции, и сравнительно быстро угас. Именно поэтому его реализация растянулась почти на год. Правда, некоторый интерес к займу, по свидетельству современника, был проявлен находившимися в Петербурге иностранцами³⁹, которых привлекли высокие, не характерные для европейских государств проценты ежегодного дохода. Однако их участие в займе не могло существенно повлиять на его результаты.

В конечном итоге казна получила 3285 тысяч рублей в бумажной валюте⁴⁰. Оценить действительное значение этой суммы помогает ее сопоставление с количеством находившихся в обращении ассигнаций. По словам М.М. Сперанского, на начало 1810 года общий объем их выпуска достиг 577 миллионов рублей⁴¹. Таким образом, посредством проведения займа из обращения удалось изъять менее 1 процента бумажных денег, что, естественно, не могло оказать какого-либо сдерживающего воздействия на процесс их обесценения. О темпах же падения курса ассигнаций красноречиво свидетельствуют следующие данные: если в 1805 году ассигнационный рубль приравнялся к 73 копейкам серебром, в 1809 году – к 43, то весной 1810 года, когда закончилась реализация займа, рубль ассигнациями оценивался лишь в 33 копейки серебром⁴².

Трудности реализации первого внутреннего займа во многом объяснялись его слабой «информационной поддержкой», отсутствием у состоятельных слоев населения навыков и привычки обращения с подобного рода финансовыми инструментами, большими номиналами облигаций (наименьшая – в 1000 рублей ассигнациями), непродуманностью вопроса о выплате ежегодного дохода, который можно было получить только в Санкт-Петербурге. Отрицательное действие на ход размещения займа оказывал и низкий уровень ликвидности этих бумаг. Достаточно сказать, что в случае необходимости реализовать их можно было лишь через столичную биржу. При этом существовала высокая вероятность потери немалой части ранее вложенных капиталов из-за разницы цены покупки и продажи облигаций.

Наконец, явно не способствовала успеху займа и получившая к тому времени довольно широкое распространение под влиянием все возраставших выпусков ассигнаций практика помещения частными лицами денежных вкладов в сохранные и ссудные казны, Заемный банк, а также в существовавшие почти в каждом губернском городе Приказы общественного призрения. Гарантируя сохранность помещенных денежных средств и выплату 5-процентного годового дохода, эти установления, что

особенно важно, выдавали вклады по первому требованию. Более того, выписываемые ими долговые обязательства, которые именовались «вкладными билетами», использовались при расчетах и платежах «почти как наличные деньги»⁴³.

В условиях продолжавшегося падения курса ассигнаций, переполнения казенных кредитных установлений вкладами в бумажной валюте и дальнейшего нарастания кризисных явлений в экономике царское правительство вскоре было вынуждено вновь обратиться к долгосрочному внутреннему кредиту.

Важную роль в лоббировании проведения нового правительственного займа сыграл видный государственный деятель и экономист, адмирал, член Сената, граф Н.С. Мордвинов. Свою позицию по данному вопросу он изложил в написанной в ноябре 1809 года для Александра I докладной записке под названием «О внутреннем займе»⁴⁴.

Судя по характеру и содержанию этого малоизвестного в историографии документа, его главная задача состояла в том, чтобы, несмотря на очевидную неудачу первого внутреннего займа, убедить императора в необходимости проведения новой подобной акции. По мнению автора, именно займы на внутреннем рынке являлись единственной альтернативой дальнейшему ухудшению финансово-экономического положения империи. Н.С. Мордвинов утверждал, что в России сложились все необходимые условия для успешной реализации кредитных операций правительства. Самое же главное, как считал автор, заключалось в том, что в стране «находятся многие капиталисты», готовые за 7–8 процентов ежегодного дохода ввернуть свои деньги в руки государства⁴⁵.

Не вызывает сомнений, что, говоря о «капиталистах», граф в первую очередь имел в виду обуржуазившихся, либерально настроенных крупных землевладельцев-дворян, представителем которых он сам являлся. В условиях отсутствия частной банковской и эмиссионной деятельности, фондового рынка, искусственного сдерживания правительством развития капиталистического уклада в экономике именно вложения в государственные ценные бумаги представлялись им одной из наиболее надежных, удобных и прибыльных форм капитализации имевшихся у них денежных накоплений.

Что касается низких результатов первого внутреннего займа, то Н.С. Мордвинов связывал их с просчетами в процессе его размещения, точнее, с неосведомленностью «публики» об этой операции из-за отсутствия официальных печатных материалов. Если бы такие сведения своевременно были отражены «печатными указами», то, подчеркивал Н.С. Мордвинов, «нет никакого сомнения, что со временем ход внутреннего займа получил бы величайший успех»⁴⁶.

Граф был убежден, что, приступив к масштабным заимствованиям на внутреннем рынке, правительство сможет в конечном итоге добиться реального улучшения состояния государственных финансов и стабилизации денежного обращения. «При успешном течении внутреннего займа, – писал он, – не только правительству не нужно будет прибавлять новых ассигнаций, но возможно будет со временем, по мере вносимых капиталов, уничтожать старые и, наконец, уменьшить число ассигнаций до такой степени, чтобы оных оставалось не более, сколько необходимо потребно для облегчения денежного оборота в государстве, вместе с тем возвратится ассигнациям первоначальный курс»⁴⁷.

Рассматривая внутренние займы в качестве одного из важнейших элементов финансово-экономической политики государства, Н.С. Мордвинов проявлял при этом оригинальность и глубину теоретической мысли. Ряд положений записки позволяет говорить о том, что правительственные займы на внутреннем рынке воспринимались им не как отдельные и вынужденные финансовые операции, призванные лишь стабилизировать денежное обращение в чрезвычайных обстоятельствах, а как система целенаправленных мероприятий, способствующих в конечном итоге интенсификации развития торгово-промышленной деятельности и более рациональному использованию национальных капиталов.

Подчеркивая, что внутренние займы представляют собой «соединение частной с государственной пользой», что правительственные обязательства способствуют ускорению движения капиталов и дают «капиталистам» не только «выгоды», но и новый, удобный в обращении финансовый инструмент, ученый, по существу, впервые среди отечественных экономистов ставил вопрос о созидающем и капиталобразующем эффекте государственного кредита.

Обращают на себя внимание и рассуждения Н.С. Мордвинова по поводу политических аспектов внешнего и внутреннего государственного кредита. Опираясь на опыт заимствований русского правительства на Западе, ученый указывал, что «средства сии, служа временным только пособием, влекут за собой самые худые последствия». «Иностранные державы, где Россия занимает капиталы, – писал далее автор, – пользуясь таковыми случаями, вымогают у правительства по коммерческим и другим политическим отношениям разные уступчивые снисхождения». Существенным отрицательным моментом внешних займов он считал и то, что их обслуживание и погашение сопряжено с ежегодным оттоком за границу «знатных сумм», что в свою очередь лишает государство финансовых средств в звонкой монете и оказывает негативное влияние на состояние денежного обращения и экономики в целом. Всех этих отрицательных моментов были лишены, по его мнению, внутренние займы, способные не

только удовлетворить потребности правительства в кредитных ресурсах, но и со временем поставить Россию «в независимость от иностранных держав»⁴⁸.

Многие идеи записки Н.С. Мордвинова о внутреннем займе нашли свое отражение и творческое развитие в документе, известном под названием «План финансов на 1810 год». Удачно сочетая в себе положения концептуально-теоретического и практического характера, это подлинно новаторское для своего времени сочинение знаменовало собой начало нового этапа в развитии отечественной финансово-экономической мысли.

Как известно, вдохновителем, автором большинства ведущих идей и главным редактором «Плана финансов» являлся М.М. Сперанский. В той или иной мере в разработке первоначального и конечного вариантов данного документа принимали участие известные ученые-экономисты М.А. Балугьянский, Ф.Г. Вирст, Л. Якоб, а также видные государственные деятели той эпохи Н.С. Мордвинов, В.П. Кочубей, Д.А. Гурьев.

В последних числах 1809 года М.М. Сперанский представил «План финансов» Александру I. В соответствии с указанием императора 29 января 1810 года с ним были ознакомлены члены присутствия Департамента экономии Государственного Совета, которые выразили в целом поддержку его основным положениям, часть из них, будучи облаченной в форму императорских манифестов и указов, в скором времени была воплощена в жизнь.

Влияние «Плана...» на теорию и практику российских финансов могло бы быть более масштабным и результативным, если бы единственный экземпляр этого документа сразу же не засекретили и не поместили в правительственный архив. Широкою известность «План финансов», заслуженно связанный с именем М.М. Сперанского, получил лишь после своей первой публикации в 1885 году⁴⁹.

Большинство изложенных в «Плане финансов» положений и принципов, касающихся организации денежного обращения, кредита, бюджетного дела, а также политики государства в сфере доходов и расходов, были актуальны вплоть до конца XIX столетия⁵⁰. А сформулированная в нем принципиальная схема управления государственными финансами, как справедливо считают современные авторы, «и в настоящее время не теряет своего значения»⁵¹.

Детальный анализ содержания и идейной направленности «Плана финансов» обстоятельно представлен в историко-экономической и историко-правовой литературе. В рамках же настоящей статьи он вызывает интерес как первое в России крупное произведение финансово-экономического характера, в котором проблеме внутренних правительственных займов уделялось самостоятельное серьезное внимание. Важно и то, что

именно в «Плане финансов» был впервые четко сформулирован ряд положений о выпуске и реализации внутренних займов, в той или иной мере характерных для кредитной политики царского правительства вплоть до 1917 года.

Разрабатывая свою «теорию государственных займов», акцентируя внимание на позитивных сторонах внутренних кредитных операциях казны, М.М. Сперанский как бы стремился убедить представителей высшей бюрократии в необходимости их использования для покрытия бюджетного дефицита, реструктуризации государственного долга по ассигнациям, стабилизации денежного обращения и борьбы с инфляцией. «Самый лучший и единственный способ удовлетворять чрезвычайным расходам есть открытый заем, основанный на серебре», – подчеркивалось в «Плане финансов»⁵².

Обладая современными по тому времени знаниями передовой теории и практики в области кредита, денежного обращения и налогообложения, М.М. Сперанский доказывал и то, что именно внутренние займы являются тем средством, которое способно извлечь пользу казне там, где бессилён налог. «... В большом государстве, – указывал он, – где капиталы еще неизбыточны, есть сокровища, к коим труд не прикоснулся. Единый способ, с одной стороны, постигнуть ежедневно возрастающие доходы соразмерными им налогами, с другой – из бесплодных источников извлечь некоторый доход, есть заем»⁵³.

Особое внимание в «Плане финансов» уделялось разъяснению тех выгод, которые дают внутренние займы «капиталистам», имеющим «имения». Здесь, в частности, утверждалось, что «из всех возможных способов наполнить чрезвычайные издержки заем с постоянною уплатою есть самый удобнейший» для них. Производя внутренний заем, правительство, подчеркивалось далее, «делает пользу заемщику, приемля на себя обращение его капитала, коего он сам употребить с тою же верностию не был в состоянии»⁵⁴.

Опираясь на учение А. Смита о трех факторах производства (труд, земля и капитал) и творчески развивая мысли основоположника классической политэкономии относительно общественной и государственной пользы кредита, М.М. Сперанский стремился доказать, что его публичная форма так же, как и частная, может превращать «капитал ожидаемый» в «капитал настоящий». Иными словами, подобно записке Н.С. Мордвинова, «План финансов» указывал на способность государственных займов играть созидательную, капиталобразующую роль, оказывать позитивное воздействие на развитие производительных сил страны.

Теоретически обосновывая, что ничем не обеспеченные и постоянно теряющие свою покупательную способность ассигнации «суть самый тя-

гостный и неуравнительный налог», «сокрытый и насильственный долг», М.М. Сперанский призывал скупать их избыточную массу «посредством займа на облигации»⁵⁵. В то же время, понимая, что при отсутствии соответствующего опыта проведение подобной операции сопряжено со значительным риском, он считал, что «заем должен быть разделен на разные степени и представлен в разных видах, дабы неудачу одного можно было заменить другим»⁵⁶. Иными словами, в «Плане финансов» предлагалось три проекта внутренних займов, которые отличались друг от друга очередностью выпуска и эмиссионными условиями.

Учитывая, что эти предложения М.М. Сперанского по поводу выпуска внутренних государственных займов ранее не рассматривались в литературе и вообще малоизвестны, остановимся на них подробнее.

Первый проект предусматривал выпуск в стране правительственного займа на сумму в 25 миллионов рублей ассигнациями в форме именных облигаций из расчета 5 процентов ежегодного дохода. Видимо, под влиянием трудностей размещения внутреннего займа 1809 года и с целью обеспечения большей доступности облигаций М.М. Сперанский предлагал выпускать их номиналом лишь в 500 рублей бумажной валютой. Что касается срока, на который выпускался заем, то начало его пропорционального по годам погашения должно было начаться через 5 лет после выпуска и продолжаться также в течение пятилетнего периода. Таким образом, общая продолжительность займа составляла 10 лет. Для сокращения периода размещения займа, который предназначался только для физических лиц, М.М. Сперанский предлагал учредить специальные конторы в ведущих финансово-экономических центрах страны – Санкт-Петербурге, Москве, Риге, Нижнем Новгороде и Казани. На эти же учреждения возлагалась обязанность по выплате процентов и погашению облигаций займа, в том числе посредством почтовых отправок.

Основную часть займа, а именно 15 миллионов рублей, М.М. Сперанский планировал реализовать в столицах, 5 миллионов – в Риге и по 2,5 миллиона рублей в Нижнем Новгороде и Казани. С целью расширения сферы обращения облигаций условия займа предполагали, во-первых, возможность их передачи от одного лица к другому, но с передаточными надписями, подобно вексям, во-вторых, использование в качестве залога «по контрактам и поставкам». Примечательно, что все ассигнации, вырученные от реализации займа, должны были, по мысли М.М. Сперанского, предаться «публичному сожжению в тех самых городах, где они в заем поступят»⁵⁷.

И тем не менее, главное условие, которое, по мысли Сперанского, могло действительно обеспечить успех займу, заключалось в следующем. Дело в том, что выплаты ежегодных процентов, а также капитальной

суммы долга должны были производиться серебром по курсу ассигнаций «при открытии» займа. Учитывая постоянное падение курса бумажной валюты по отношению к серебряной монете, данное условие становилось серьезным фактором, позволявшим не только сохранить от инфляции инвестированные в заем капиталы, но и получить реальный доход. Однако это обстоятельство существенно увеличивало расходы по обслуживанию и погашению займа, делало его довольно дорогим для государства.

«Если сей заем будет иметь успех, то вслед за оным открыть второй на тех же самых условиях с различием только в курсе ассигнаций, который должен быть учрежден по тому, который будет тогда действовать, и с некоторым в выгодах уменьшением... Если же первый заем будет неудачен, то второй заем открыть в виде лотереи», – именно эти слова предваряли следующий проект внутреннего займа, изложенного в «Плане финансов»⁵⁸.

Здесь необходимо пояснить, что лотерейные (выигрышные) займы представляли собой одну из ранних форм публичного кредита, которая в XVI–XVIII веках пользовалась немалой популярностью среди правительств ведущих западноевропейских государств, испытывавших финансовые затруднения. Правда, спрос на такого рода ценные бумаги, их биржевые расценки и эффективность реализации напрямую зависели от периодичности проведения тиражей, количества и сумм выигрышей, что, естественно, в свою очередь требовало дополнительных крупных ассигнований, которые становились особенно тяжелым бременем в условиях чрезвычайных обстоятельств, прежде всего в периоды военных действий.

Немало нареканий такие займы вызывали и с морально-этической точки зрения. Как подчеркивал профессор В.Н. Твердохлебов, их проведение оказывало заметное развращающее воздействие на морально-нравственные стереотипы и установки социального поведения городских слоев населения, способствовало распространению среди них страсти к игре, получению «легких денег», падению мотивации к систематическому труду, развитию ничем не оправданного стремления к риску собственными накоплениями⁵⁹. Недовольство практикой реализации подобных кредитных операций неоднократно выражала церковь, особенно представители протестантского духовенства, которые расценивали их как порочные и недостойные светских правителей азартные игры с подданными.

Судя по признанию самого М.М. Сперанского, он был осведомлен о негативных сторонах лотерейных займов и хорошо знаком «с лучшими в сем роде установлениями других государств». Поэтому, предлагая в случае необходимости провести подобный заем в России для сокращения находившихся в обращении бумажных денег, он внес в его условия

ряд принципиально важных положений, которые существенно снижали отрицательное влияние указанных моментов. Так, выпускаемый на 10 лет заем следовало сделать 5-процентным и проводить «жребий», то есть тиражи, таким образом, чтобы действительно выигрышным оказалось минимальное количество размещенных облигаций. Наибольший выигрыш на пятисотрублевую облигацию должен был составить 100 тысяч рублей, наименьший – 1 тысячу. Так же, как и в первом проекте, выплаты ежегодных процентов, а также погашение капитальной суммы займа предлагалось производить серебряной монетой по курсу ассигнаций на день его эмиссии⁶⁰. Забегая вперед, отметим, что этот проект лотерейного займа, не будучи реализован в 1810 году, тем не менее, оставил яркий след в истории внутреннего государственного кредита России: выпущенные в 1864, 1866 и 1917 годах выигрышные процентные займы по своим основным эмиссионным характеристикам были очень близки к тому, о чем писал М.М. Сперанский.

Что касается третьего, представленного в «Плане финансов» проекта займа, то его следовало осуществить лишь в том случае, если проведение предшествующей кредитной операции так же не увенчалось бы успехом. Суть предложения М.М. Сперанского состояла в том, чтобы изымать из обращения 100 миллионов рублей ассигнациями по 5 миллионов ежегодно. Формальным основанием для этого должен был стать выпуск внутреннего займа «одной большой облигацией». Причем в целях оплаты «всех ее купонов» необходимо было «приискать в доходах или в казенных имениях две статьи, из коих одна должна приносить 5 миллионов ассигнациями, а другая – 1 500 000 рублей серебром; первая будет представлять проценты на 100 миллионов облигацию, а вторая – капитал погашения». Говоря о главных особенностях этого проекта, М.М. Сперанский подчеркивал, что он «может быть скорый в своем действии, но взамен того не подверженный никакому сомнению и всегда зависящий от самого правительства»⁶¹.

Думается, что из всех трех проектов займов этот последний был наименее удачен и реалистичен. Его основные положения, представленные лишь в самом общем виде, вызывают, тем не менее, немало вопросов. В этой связи, видимо, можно говорить о том, что автором фактически предлагалась чисто бухгалтерская операция, имевшая весьма отдаленное отношение к внутреннему кредиту казны.

Таким образом, правительственные займы на внутреннем рынке М.М. Сперанский рассматривал в контексте основных направлений финансовой политики государства. К их оценке он подходил с рационалистических позиций, тесно связанных с насущными задачами капиталистической модернизации России.

Уже 2 февраля 1810 года, то есть три дня спустя после обсуждения «Плана финансов» в Департаменте экономии Государственного Совета, последовал императорский манифест «О мерах к уменьшению государственных долгов, о прекращении выпуска в оборот новых денег ассигнациями и о возвышении некоторых податей и пошлин»⁶². Один из пунктов этого программного документа прямо указывал на намерение власти сократить количество ассигнаций в обращении путем проведения крупного внутреннего займа.

Эта идея нашла свое детальное оформление в манифесте Александра I от 27 мая 1810 года «Об открытии срочного внутреннего займа для уменьшения количества ассигнаций и для уплаты государственных долгов»⁶³. В целях «рассрочки долга по ассигнациям» в нем объявлялось о выпуске в пять частей нового, 6-процентного внутреннего займа на огромную по тем временам сумму – в 100 миллионов рублей ассигнациями. Срок его погашения определялся в 7 лет.

Манифест провозглашал и образование формально независимого от казначейства специального финансового органа с широкими распорядительными функциями – Комиссии погашения государственных долгов. Его основная задача состояла в аккумуляции доходов от приватизации казенного имущества и их целевом использовании для расчетов по долговым обязательствам государства.

Первая часть займа в размере 20 миллионов рублей появилась в июле того же года в форме облигаций названной Комиссии. Помимо ассигнаций в уплату за облигации принималась и серебряная монета из расчета 1 рубль серебром – 2 рубля в бумажной валюте, а также упоминавшиеся выше «вкладные билеты» казенных кредитных установлений. Приобрести облигации можно было и за счет перевода капиталов, ранее внесенных в Заемный банк или в Опекунские советы, представлявшие собой симбиоз благотворительных общественных организаций и государственных кредитных учреждений.

Обращает на себя внимание и следующее условие займа, призванное значительно поднять к нему интерес потенциальных кредиторов казны: погашение облигаций должно было производиться только высокопробным серебром или золотом по текущему курсу на серебряную монету.

Важная отличительная черта займа заключалась в его гораздо большей ориентации, чем предыдущего, на мобилизацию денежных ресурсов, скапливавшихся в казенных кредитных установлениях и не находивших в силу специфики российской экономики выгодного размещения. Несмотря на то, что поступающие сюда от частных лиц и различных учреждений вклады активно использовались для выдачи главным образом ипотечных ссуд дворянству, немалые суммы все равно оставались неза-

действованными и требовали лишь дополнительных затрат в виде выплат ежегодных процентов. Иными словами, заем выступал не только в виде инструмента реструктуризации государственного долга по ассигнациям и стабилизации денежного обращения, но и в качестве меры, направленной на усиление средств казначейства путем активного использования поступавших в кредитные установления вкладов.

Как и в случае с первым займом, основными держателями новых ценных бумаг стали преимущественно представители высших слоев бюрократии и крупного купечества, стремившиеся сохранить свои накопления в бумажной валюте от дальнейшего обесценения в условиях кризисного состояния экономики и финансов империи.

Важным результатом займа являлось то, что за счет более продуманной организации подписки он имел распространение не только в Санкт-Петербурге и Москве, как прежде, но и в ряде крупных центров империи, в том числе в Риге, Киеве, Харькове, Казани. Таким образом, облигации второго внутреннего займа стали, по сути, первой ценной бумагой, с которой познакомилась российская провинция.

Что касается участия в займе кредитных установлений, то, по-видимому, в облигации были обращены почти все их свободные и не розданные в виде ссуд капиталы, так как казначейству было вменено в обязанность снабжение этих учреждений наличностью в случае истребования вкладчиками своих денег. В то же время, выражая интересы дворянства, власти не пошли по пути сокращения объемов активных операций установлений, которые являлись важным средством материальной поддержки помещиков.

Хотя указанная часть займа и была размещена к концу мая 1811 года полностью, ее реализация оправдала далеко не все надежды правительства. В первую очередь об этом свидетельствовало то обстоятельство, что основная масса полученных средств была представлена «вкладными билетами» казенных кредитных установлений. Ассигнаций же было внесено лишь на сумму около 5 миллионов рублей, которые затем по распоряжению Александра I были публично сожжены в центре столицы.

Став яркой и эффективной демонстрацией решимости властей бороться за стабилизацию курса бумажных денег, эта акция, вызвавшая, кстати, неоднозначную реакцию столичного общества и язвительные высказывания представителей дипломатического корпуса, в действительности имела мало общего с коренным улучшением состояния денежного обращения в стране. Думается, что это довольно отчетливо осознавалось и правящими кругами. По крайней мере, дальнейший выпуск займа в условиях хронического кризиса экономики и значительного возрастания угрозы нового военного столкновения с Францией был признан нецелесообразным.

Тем не менее, внутренние долгосрочные займы 1809–1810 годов стали важным и в определенной мере поворотным событием в истории государственных финансов, казенного хозяйства и экономики империи в целом. Их проведение однозначно свидетельствовало, что, несмотря на многочисленные анахронизмы экономической и социально-политической жизни России, в стране медленно, но неуклонно набирал силу процесс формирования рынка финансовых капиталов. Сама реализация этих кредитных операций однозначно указывала на появление у правительства совершенно нового источника получения денежных средств, источника, использование которого по своему характеру, эффективности, финансово-экономическим и политическим последствиям являлось в тех конкретно-исторических условиях более выгодным и предпочтительным, нежели обращение к займам у западных кредиторов.

Немаловажно и то, что, по справедливому мнению современных исследователей, именно облигации рассмотренных выше займов следует считать первыми отечественными ценными бумагами в полном смысле этого слова⁶⁴.

То обстоятельство, что государственные финансовые обязательства в России находились у истоков развития фондового рынка, конечно, не было, случайным явлением. В данном факте как бы концентрировались наиболее существенные моменты, отражавшие, с одной стороны, особенности социально-политического строя страны, с другой – характерные черты ее экономической жизни, теснейшим образом связанные с господством феодально-крепостнических отношений и чрезвычайно высокой ролью государства в экономической жизни общества.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Бржеский, Н. Государственные долги России. Историко-статистическое исследование. – СПб., 1884. – С. 2.

² См.: Кулишер, И.М. История русского народного хозяйства. – 2-е изд. – Челябинск, 2004. – С. 522, 525; Бржеский, Н. Указ. соч. – С. 17.

³ Кулишер, И.М. Указ. соч. – С. 523.

⁴ См.: Милюков, П. Очерки по истории русской культуры. – 3-изд., испр. и доп. – СПб., 1898. – Ч. 1. – С. 109.

⁵ Кулишер, И.М. Указ. соч. – С. 524.

⁶ См.: Российское законодательство X–XX вв. – Т. 3. – М., 1985. – С. 135.

⁷ Подробнее см.: Оршанский, И. Рост и лихва // Судебный журнал. – 1876. – Кн. 1. – Январь – февраль. – С. 1–52; Бугров, А. Зарубить на носу: кредит в Древней Руси и Московском государстве // Родина. – 2005. – № 5. – С. 4–9.

⁸ См.: ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 14. – № 10235.

- ⁹ Боровой, С.Я. Ростовщичество, казенные ссуды и государственный долг // К вопросу о первоначальном накоплении в России (XVII – XVIII вв.) : сб. статей. – М., 1958. – С. 506.
- ¹⁰ Бродель, Ф. Время мира. Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV–XVIII вв. – М., 1992. – С. 466.
- ¹¹ Боровой, С.Я. Указ. соч. – С. 499.
- ¹² Голицын, Ю.П. Фондовый рынок дореволюционной России : очерки истории. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – С. 110.
- ¹³ ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 4. – № 2330.
- ¹⁴ Там же. – Т. 8. – № 5410.
- ¹⁵ Спасский, И.Г. Русская монетная система. – Л., 1970. – С. 147.
- ¹⁶ См.: Милуков, П. Государственное хозяйство России в первой четверти XVIII столетия и реформа Петра Великого. – 2-е изд. – СПб., 1905. – С. 385–386; Князьков, С. Очерки из истории Петра Великого и его времени / Репринт. изд. 1914 г. – [М.], 1990. – С. 284–285.
- ¹⁷ Там же.
- ¹⁸ См.: Павлово-Сильванский, Н. Проекты реформ в записках современников Петра Великого. – СПб., 1897. – С. 133–137.
- ¹⁹ Соловьев, С.М. Публичные чтения о Петре Великом // История России с древнейших времен. – М., 1963. – Кн. 9. – С. 473.
- ²⁰ Цит. по: Юровский, В.Е. Кризисы финансовой системы Российской империи в XIX веке // Вопросы истории. – 2001. – № 2. – С. 35.
- ²¹ Калинина, Н.Н. Становление и развитие кредитно-финансового дела в России XVIII – начала XX в. (историко-экономическое исследование) : дис. ... д-ра эконом. наук. – М., 2004. – С. 48.
- ²² Андриюшин, С.А. Банковская система России: либеральные реформы и их последствия // Деньги и кредит. – 1997. – № 4. – С. 49.
- ²³ ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 9. – № 6300.
- ²⁴ Толстой, Д. История финансовых учреждений России. – СПб., 1848. – С. 233.
- ²⁵ Гурьев, А. Очерк развития кредитных учреждений в России. – СПб., 1904. – С. 1.
- ²⁶ См.: Боровой, С.Я. Кредит и банки России (середина XVII в. – 1861 г.). – М., 1958. – С. 36.
- ²⁷ См.: ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 14. – № 10235.
- ²⁸ См.: Ческидов, Б.М. Развитие банковских операций с ценными бумагами. – М., 1997. – С. 96.
- ²⁹ ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 15. – № 11581.
- ³⁰ Гурьев, А. Указ. соч. – С. 6.
- ³¹ Подробнее см.: Павлова-Сильванская, М.П. О характере иностранных займов в России во второй половине XVIII в. // Феодалная Россия во всемирно-историческом процессе : сб. статей, посвящ. Л.В. Черепнину. – М., 1972. – С. 81–91.
- ³² Ежегодное представление подобных отчетов на основании смет министерств было предусмотрено составленным М.М. Сперанским Манифестом от 8 сентября 1802 г. (См.: ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 27. – № 20406).
- ³³ Цит. по: Печерин, Я.И. Исторический обзор росписей государственных доходов и расходов с 1803 по 1843 год включительно. – СПб., 1896. – С. 2.
- ³⁴ См.: ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 31. – № 23808а.
- ³⁵ Министерство финансов. 1802–1902. – Ч. 1. – СПб., 1902. – С. 31.
- ³⁶ Записки Филиппа Филипповича Вигеля / Изд. «Русского архива». – М., 1892. – Ч. 3. – С. 84–85.

- ³⁷ См.: Хахайдаева, О.Д. Государственный долг Российской Федерации: теоретические аспекты : дис. ... д-ра эконом. наук. – СПб., 2000. – С. 13–14.
- ³⁸ Гурьев, А. Указ. соч. – С. 11.
- ³⁹ См.: Мордвинов, Н.С. О внутреннем займе // Архив графов Мордвиновых. – СПб., 1902. – Т. 3. – С. 667.
- ⁴⁰ См.: Мигулин, П.П. Русский государственный кредит (1769–1906). – Т. 3 : Министерство С.Ю. Витте и задачи будущего. — Вып. 5 : Итоги министерства Витте и обзор кредитных государственных операций. – Харьков, 1904. – С. 1114.
- ⁴¹ См.: Сперанский, М.М. План финансов // У истоков финансового права. – М., 1998. – С. 35.
- ⁴² См.: Кауфман, И.И. Из истории бумажных денег в России. – СПб., 1909. – С. 22–23; Архив Государственного Совета, изданный Государственной канцелярией. – Т. 4. – Ч. 1. – СПб., 1881. – Стлб. 562.
- ⁴³ Гурьев, А. Указ. соч. – С. 12.
- ⁴⁴ См.: Мордвинов, Н.С. Указ. соч. – С. 663–667.
- ⁴⁵ См. там же. – С. 665.
- ⁴⁶ Там же. – С. 665.
- ⁴⁷ Там же. – С. 666–667.
- ⁴⁸ Там же. – С. 663–664.
- ⁴⁹ См.: Сборник Императорского русского исторического общества. – Т. 45. – СПб., 1885. – С. 1–67.
- ⁵⁰ См.: История русской экономической мысли. – Т. 1 : Эпоха феодализма. – Ч. 2 : 1800–1861 гг. – М., 1958. – С. 58.
- ⁵¹ Коломиец, А.Г. «Дней Александровых прекрасное начало» (государственные финансы России в первые годы XIX столетия) // Финансы. – 1999. – № 1. – С. 55.
- ⁵² Сперанский, М.М. Указ. соч. – С. 80.
- ⁵³ Там же. – С. 64.
- ⁵⁴ Там же. – С. С. 64.
- ⁵⁵ Там же. – С. 78, 80.
- ⁵⁶ Там же. – С. 84.
- ⁵⁷ Там же. – С. 84–85.
- ⁵⁸ Там же. – С. С. 85.
- ⁵⁹ См.: Твердохлебов, В.Н. Государственный кредит. – Л., 1928. – С. 42.
- ⁶⁰ См.: Сперанский, М.М. Указ. соч. – С. 85–86.
- ⁶¹ Там же. – С. 86.
- ⁶² ПСЗРИ. Собр. 1. – Т. 31. – № 24116.
- ⁶³ Там же. – № 24244.
- ⁶⁴ См.: Черкидов, Б.М. Указ. соч. – С. 102.

С.В. Пупков

ЖУРНАЛИСТИКА В ПОЛИТИКЕ: СТАТУТ И СТАТУС

От совокупности взглядов – к метатеории

Познание свойств информации и развитие высоких технологий дает новый импульс для изучения теоретических проблем регулирования массовых информационных отношений в сфере политики. Обретая в гуманитарной сфере в отличие от присвоенного ей технотронной эпохой роли «матери информатизации», статус субстрата человеческих отношений, информация предстает преломленной в субъективном пространстве сознания социально значащей темой, социально-психологическим феноменом, описываемым категориями этики, семантики и энергетики ¹.

Представлениями об информации как сущности движения (во всяких формах его проявления, в том числе социальных и политических) обосновываются научные направления, заявляющие претензии на политическое как свою объектную сферу: информационная антропология, политическая информатиология, политическая дискурсология ². Синтез семантической теории информации, теории отражения и теории хронополитики позволяет развивать теорию политической журналистики, исследовать особенности медийного производства в контексте пространственно-временных измерений.

В политической теории журналистики существует потребность критически оценить классические схемы нахождения ее в структуре политической системы: обосновать журналистику как фактор ее развития, выявить основы взаимодействия с политической властью, установить политический статус как структуры и института, определить ее функции в обеспечении потребностей политических субъектов, включая крупнейших игроков на «театре политических действий» (государство, бизнес, гражданское общество), а также закономерности функционирования в контексте мировой политики и международных отношений ³. Заданность такого широкого диапазона определяется чувствительностью политической системы к информационным воздействиям, влияющим на ее устойчивость.

В.А. Сидоров отмечает, что «значение журналистики в политической системе в настоящее время находится на подъеме за счет все возрастающей потребности общества и его социальных групп, институтов, организаций в межсистемном диалоге. Былой приоритет информационного обеспечения исключительно внутрисистемных связей поколеблен. Возникли условия для диалектического единства внутреннего и внешнего обмена информацией» ⁴.

В процессе реализаций современных массовых информационно-коммуникативных моделей, отражающих процессы «новой политизации» СМИ, вновь обостряется научная дискуссия о качественных характери-

стиках журналистики, поиске метатеории, применимой к объектно-предметной теории (в нашем случае – теории журналистики), для изучения структурных и дедуктивных свойств, формообразования, интерпретаций предметной теории (ее синтаксис, морфология и семантика).

Такой метатеорией является социальная информациология – новое научное направление, развивающееся в русле общей информациологии. Объектами ее исследования являются состояния и процессы, происходящие в самоорганизующихся метасистемах, к которым относятся социальные, политические, коммуникативные, массово-информационные и другие. Предметную сферу социальной информациологии составляют принципы, закономерности и законы проявления информации в социуме, формируемые информацией отношения и корреляции в материальном и идеальном пространствах сознания⁵.

Методологический инструментарий социальной информациологии позволяет определить качественные характеристики журналистики, влияющие на устойчивость политической системы. В частности, выявляются такие ее эмерджентные (системные) свойства, которые постулируют журналистику как средство, объект и субъект мира политики:

- когерентность (взаимная связность, согласованное взаимодействие) и коррегирование (действенное влияние);
- постоянность и изменчивость (вариативность);
- гибкость (приспособляемость, конформизм);
- диффузность (проницаемость, конвергенция);
- агистерезисность (опережение и упреждение событий, формулирование «повестки дня»).

Совокупность свойств обеспечивает одну из основных, базисных функций журналистики и, шире, средств массовой информации – инструментальную. Она рассматривается как «идеальная модель информационного обмена, охватывающего комплекс эргономических свойств системы «субъект – инструмент – объект»⁶. В информационной триаде «государственная власть – СМИ – общество» благодаря этой функции осуществляется управляемость, адаптированность, используемость и наблюдаемость системы.

Меру и результат проявления совокупности свойств журналистики, целенаправленно применяемых в соответствии с целью публичной деятельности с использованием средств массового информирования, в информациологии принято называть журнализмом⁷. Параметры определяются как объективными свойствами информации, так и субъективными – акторами информационно-коммуникативных отношений, действующими в сфере политического (в том числе журналистами).

*Место журналистики в мире политики:
ниша или пространство?*

Вышеназванные свойства и функции журналистики коррелируются с основными свойствами и функциями политики. С позиций информационного подхода, трактующего информацию также и как универсальный субстрат общественных отношений, «политика представляет собой не что иное, как особую форму информационно-коммуникационных процессов, формирующихся при распределении общественных ресурсов и статусов с помощью государственной власти»⁸. Главное предназначение политики состоит в сведении к единому знаменателю интересов различных конфликтующих друг с другом групп, слоев, сословий и в достижении согласия или консенсуса в обществе по основополагающим вопросам общественно-политического устройства.

В свою очередь содержание категории «политическое» определяется свойствами и характеристиками феноменов, институтов, организационных форм и отношений, отражающих всеобщее властное признание и авторитет для утверждения и сохранения порядка в обществе и реализации других жизненно важных для него целей. Феномен политического колеблется между двумя крайними интерпретациями: первый – политика как результат и поле столкновения конфликтующих интересов; второй – как система обеспечения правления, порядка, справедливости в интересах всех членов общества.

В условиях глобализации актуализированы оба подхода, с той лишь разницей, что первый отражает ситуативный, функциональный, второй – атрибутивный, имманентный политическому. Определяющее значение имеет тот факт, что в основании политического лежит консенсусный принцип обеспечения всеобщей взаимосвязи социальных групп, институтов, частных и публичных сфер деятельности людей. Это неперемное условие жизнеспособности любой системы, в том числе и политической. Журналистика, как говорилось выше, как раз и обладает необходимым потенциалом для реализации принципа конвенциональности.

Важная структурно-функциональная составляющая мира политического – политические отношения. Они могут реализоваться как между различными политическими институтами, так и между различными социально-политическими силами. К ним относятся средства массовой информации так же, как классы, этносы, церковь и т. д. Их характер отражает мировоззренческую базу и идеологическую основу мира политического, выступая в виде субъективной инфраструктуры политической системы.

В отечественной политологии политическую систему определяют как «целостную, упорядоченную совокупность политических институтов, по-

литических ролей, отношений, процессов, принципов политической организации общества»⁹.

В традиционном варианте политическая система решает следующие задачи:

- политическое руководство обществом (адекватное целеполагание);
- согласование интересов индивидов и групп, предупреждение конфликтных ситуаций, угрожающих целостности социальной системы (интеграция социума);
- ориентация членов общества на известные идеалы и ценности (поддержание образа);
- восприятие и реагирование на потоки информации (информационно-коммуникативное обеспечение).

Возникающие в процессе общения информационные потоки и специфические коммуникации, возможность коммуникативным субъектам выполнять политические роли и функции по распределению ресурсов и полномочий власти К. Дойч рассматривает также как политическую систему¹⁰. С этих позиций отмечается ряд трансформаций основных компонентов политической системы, существенно влияющих на ее устойчивость.

Первая группа связана со структурными изменениями, обусловленными закатом «государства всеобщего благоденствия». Вторая группа трансформаций объясняется формированием глобальной коммуникативной системы, происходящей одновременно с глобализацией мировой экономики, международных институтов. Она генерирует новый тип глобального демонстрационного эффекта, порождаемого исключительно медиа-средствами, и выступает катализатором общественных и политических преобразований, заимствования универсальных моделей и стандартов¹¹.

Говорим «партия» – подразумеваем «информация»

Особо важное значение для информационной устойчивости политической системы имеют партии и партийные системы¹². Им соответствуют определенные системы средств массового информирования, к которым в данном случае уместно применить характеристику М. Дюверже: средства массовой информации «выражают общественное мнение, но не в меньшей степени они же его и создают; они его формируют, но они же его и деформируют»¹³. Принцип соответствия между общественным мнением и эффективностью власти, олицетворяющей представительство народа в органе управления, для демократического режима является определяющим.

Среди других функций политической партии выделим те, которые имеют наиболее выраженное информационно-коммуникативное начало:

- обеспечение связей между различными уровнями и ветвями государственной власти;
- посредничество между различными социальными группами;
- мобилизация общественного мнения в поддержку выдвигаемых ими проблем, идейно и организационно обеспечивают избирательные кампании и выдвигают кандидатов на выборные должности на всех уровнях власти;
- формирование долговременных приверженностей своих сторонников (поддержание имиджа партии);
- объединение как способность выступать одновременно и как агенты конфликта между различными интересами, и как инструмент достижения компромисса и согласия между ними, объединяя мир политического и общества в неразрывное целое¹⁴.

В постиндустриальную эпоху в условиях становления информационного общества возникают иные организационные модели: «картельная партия», «медиапартия», «кадровая», «харизматическая», «всеохватная».

Ведущие признаки «картельной партии», обоснованные в теории определения места партии в системе «гражданское общество – государство», отличаются особенностями проводимой политики, отношением к выборам и средствам массовой информации. Так, участники партии-картеля имеют привилегированный доступ к государственным должностям и регулируемым государством средствам массовой информации и коммуникации, пропагандистская роль которых настолько велика, что создает эффект прямых «телевыборов» партийного руководства. Пример картельной партии подтверждает тенденцию параллельного формирования медийной системы, структурно отражающей конфигурацию партийной.

«*Медиапартии*» как информационные структуры создаются специально под выборы или для достижения одной какой-то цели. В этом случае медиа исполняют политические функции, притом что такие партии явно управляются извне и «весьма трудно совместимы с духом представительной демократии»¹⁵.

Поскольку интерес и потребность в обеспечении сведениями о содержании политических процессов удовлетворяются через средства массовой информации, все формы политической активности правомерно назвать информационно-коммуникативными. Организация устойчивых информационных связей посредством средств массовой информации может быть выражена одним из правил (норм) коммуникативной организации: чем больше мировоззренческий, ценностный, организа-

ционный хаос, тем более должна быть информационная упорядоченность.

Какая журналистика сродни политике?

В современной науке политическая принадлежность журналистики определяется в новом научном направлении – политология журналистики, предметом которой являются взаимосвязанные с политикой теории, явления и тенденции развития журналистики¹⁶.

В рамках доминирующей в отечественной теории журналистики социально-ролевой концепции прессы политика – одна из нескольких «равноправных» сфер функционирования средств массовой информации. В этой парадигме журналистика предстает как системное, целостное и внутренне дифференцированное образование, причем всегда в роли участницы политических процессов¹⁷. По статусу и роли пресса является одновременно и средством, и объектом, и субъектом, и наблюдателем политической деятельности. По этой причине исследовательский анализ детерминирован многокачественностью СМИ: указанные свойства перекрестно воздействуют друг на друга.

К одной из форм бытия политики, ее информационно-коммуникативного функционирования относят различные виды информационной деятельности: пропаганду, политическую рекламу, «пиар» (public relation) и промоушн. Особое место в этом ряду занимают политическая журналистика и публицистика как область массовой политической практики¹⁸.

Несмотря на то, что в современных массмедийных системах продукт публицистической деятельности практически отсутствует, тем не менее, часть исследователей относят массовую информацию к содержательной части политической коммуникации, а средства массовой информации представляют как ее материальную основу.

Публицистика выделяется в особый тип социального общения: среди средств политической борьбы за сознание масс благодаря средствам массовой информации она нередко становится определяющей силой. Задача публицистики – политологическая интерпретация происходящих событий.

Общее и особенное в публицистике и политике находятся в постоянном динамическом равновесии. Они могут совпадать по объекту отражения, на макроуровне их объединяет общая методология научного и социального познания. Механизм влияния публицистики на политические процессы описан таким образом: «Сначала публицистика производит политические знания... затем она формирует отслеженной избирательной информацией политическую культуру людей. И, наконец, она подталкивает человека к политическим действиям... Ведущим звеном в этой триаде служит производство политического знания»¹⁹.

На макроуровне публицистику и политику объединяет общая методология научного и социального познания (на микроуровне они приобретают специфические качества). По объекту отражения и приемам его изучения они могут полностью совпадать. Это наблюдается в случаях, когда политологи выступают в средствах массовой информации в качестве публицистов, и, наоборот, когда публицисты участвуют в научно-практических форумах как политологи.

Выделяя общее и особенное в публицистике и политологии, ученые отмечают их постоянное динамическое равновесие в производстве информации политического характера. Разница в том, что политологическая информация получена, как правило, фактуально-логическим отражением политической жизни и предназначена политикам, управленцам, общественным активистам. Публицистическая – субъективно интерпретирована, эмоционально окрашена, адресована широкому кругу потребителей – массам²⁰.

Очевидно, что не всякий журналистский текст отвечает таким характеристикам, поскольку ведь не каждый журналист обладает способностями и свойствами извлекать из текущей действительности необходимые интенции. Журналистика и публицистика как вид массово-информационной деятельности зависит от политической, идеологической, экономической ситуации в обществе.

История российской журналистики, включающая времена новейшей политической перестройки (начиная с 1986 года), позволяет на основе исторических аналогий выделить тенденции приобретения прессой политического качества, возникающего на функциональном, структурном, сущностном уровнях. То есть речь идет о системных трансформациях, затрагивающих саму природу политической организации общества. Насколько продуктивны такие изменения, какова степень их допустимости по отношению к развитию политической системы – на эти вопросы нет однозначных ответов.

В России отношение к роли прессы в период перестройки неоднократно менялось – от полного признания и безоглядной веры до неприятия и требования существенного урезания свободы слова²¹. Однако такие колебания общественного мнения не только российский феномен. Например, немецкий политолог Р. фон Вайцекер, анализируя динамику влияния средств массовой информации на стабильность политических процессов в странах развитой демократии, сделал вывод о том, что сила средств массовой информации при определенных условиях имеет «для демократии во всяком случае сомнительное влияние»²². Это предупреждение созвучно политическому диагнозу К. Поппера, предупреждавшего, что никакая демократия не сможет выжить, если не будет положен конец злоупотреблению силой телевидения, превратившегося для демократии в слишком мощную силу.

Угроза устойчивости политической системе реальна не только в условиях «демократического транзита», но во всяком случае, если массмедийная система попадает под одностороннее идеологическое или политическое влияние в процессе самоорганизации или при внешнем воздействии (тесное сближение с политической властью или национальной олигархией, использующей средства массовой информации как средство достижения политических целей). Претензии на диспаритетное использование медийного ресурса государством (политической властью) и обществом не соответствуют ни политическому статусу, ни политическому статусу журналистики.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ См.: Алексухин, С.И. Социально-психологические особенности взаимодействия в политике. – М., 1995.

² См.: Шевченко, А.В. Информационная устойчивость политической системы. – М., 2005.

³ См.: Прохоров, Е.П. Демократия и журналистика. – М., 2004; Киричек, П.Н. Публицистика и политология: природа альянса. – Саранск, 1995; Журналистика в мире политики. Исследовательские подходы и практика участия / под ред. С.Г. Корконосенко. – СПб., 2004; Корконосенко, С.Г. Журналистика в системе демократии: структурно-функциональные связи // Социально-политическое функционирование журналистики. – СПб., 2005.

⁴ Журналистика в мире политики. – С. 149.

⁵ См.: Попов, В.Д. Информациология и информационная политика. – М., 2001; Он же. Социальная информациология – наука XXI века (проблемы становления и развития). – М., 2004; Шевченко, А.В. Социально-информациологическая парадигма и информационная реальность // Государственная служба. – 2004. – № 6.

⁶ Воронова, А.А. Инструментальная функция средств массовой информации в согласовании интересов и потребностей государства и общества : автореф. дис. ... канд. полит. наук. – М., 2006.

⁷ См.: Саламон, Л. Всеобщая история прессы. – М., 2001; Шевченко, А.В. Информационные скрепы политической системы // i – формат. Журналистика провинции : научно-публицистический альманах. – 2006. – № 2. – С. 21.

⁸ Политические коммуникации / под ред. А.И. Соловьева. – М., 2004. – С. 8.

⁹ Категории политической науки. – М., 2002.

¹⁰ См.: Дойч, К. Нервы управления: модели политической коммуникации и контроля. – М., 1993.

¹¹ Аг, А. Политические аспекты глобализации. Национальное государство в условиях глобализации // Государственная служба за рубежом. – 2004. – № 3. – С. 64.

¹² См.: Дюверже, М. Политические партии. – М., 2005.

¹³ Там же. – С. 440.

¹⁴ См.: Полунина, Г.В. Партийная система: критерии идентификации // Партии и партийные системы в современной России и послевоенной Германии. – М. ; Ростов н/Д, 2004. – С. 60–72.

¹⁵ См.: Поттхофф Х. Партийная демократия и плюралистическая общественно-политическая система // Там же. – С. 51.

¹⁶ См.: Корконосенко, С.Г. Политология журналистики как научная и учебная дисциплина // Журналистика в мире политики. Исследовательские подходы и практика участия. – СПб., 2004.

¹⁷ См.: Корконосенко, С.Г. Политические роли российской журналистики // Журналистика – XX век: эволюция и проблемы. – СПб., 1996. – С. 42.

¹⁸ См.: Черепанов, М.С. Проблемы теории публицистики. – М., 1973.

¹⁹ Ученова, В.В. Гносеологические проблемы публицистики. – М., 1971. – С. 19.

²⁰ См.: Киричек, П.Н. Указ. соч.

²¹ См.: Бюрократия и власть в новой России: позиции населения и оценки экспертов : аналитический доклад / Институт социологии РАН. – М., 2005.

²² Цит. по: Поттхофф, Х. Партийная демократия и плюралистическая общественно-политическая система. – С. 55.



ФИЛОЛОГИЯ

Л.И. Чернов

ЛИНГВОКУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАКТОВКА ПОНЯТИЯ «МЕЖКУЛЬТУРНАЯ ГРАМОТНОСТЬ»

В современном мире национальная культура является слагаемой культуры глобальной, оказываясь вследствие технического прогресса и геополитических трансформаций вольно или невольно включенной в процесс мировой культурной интеграции этнокультур в макрокультуру. Носитель национальной культуры таким образом автоматически оказывается вовлеченным во взаимодействие культур, ему открываются широкие возможности для сравнения собственной культурной традиции, приоритетов, ценностей с аналогами, принятыми в иных национальных культурах. Важность такого опыта сравнения культур, его позитивность непосредственно зависят от подготовленности личности, ее зрелости. Значительный научный интерес как для философии, культурологии, социологии, психологии, так и для педагогики представляет вопрос о слагаемых компонентах межкультурной грамотности.

Вступая в диалог культур, человек не только расширяет свой кругозор, но и раздвигает границы своего мировосприятия и мироощущения. Ни одна ситуация межкультурного общения, ни одно явление иной культуры не воспринимается им беспристрастно, а оценивается через призму

принятых в родном линвокультурном социуме культурных норм и ценностей, через призму усвоенной модели миропонимания.

Между общающимися в условиях межкультурного взаимодействия складываются межкультурные отношения, в которых «культурная системность познается в моменты выхода за пределы границ системы»¹. Это значит, что, используя свой лингвокультурный опыт и свои национально-культурные традиции и привычки, субъект диалога культур одновременно пытается учесть не только иной языковой код, но и иные обычаи и привычки, иные нормы социального поведения, осознавая при этом факт их чужеродности. Именно это обстоятельство дает основание считать, что межкультурная грамотность носит комплексный характер. Одними из ключевых ее составляющих являются социокультурная и коммуникативная компетенции. Социокультурная компетенция охватывает в основном онтологический аспект становления личности, в то время как коммуникативная компетенция определяет ее языковые и речевые способности.

Очевидно, необходимо вести речь о переосмыслении сущности и содержания целей обучения, что имеет принципиальное значение для постижения межкультурной грамотности. Требования межкультурного общения ставят необходимость научить учащихся следующему:

- расширить индивидуальную картину мира учащегося за счет общения к инокультурной картине мира (процессы развития);
- объяснить и усвоить чужой, инокультурный образ жизни и поведенческих моделей (процессы познания);
- употреблять лингвистические и экстралингвистические (невербальные) средства в аутентичных ситуациях межкультурного общения (процесс формирования навыков и умений).

Как известно, знания, умения и навыки, познание и развитие есть звенья одной цепи – формирования личности. Таким образом, обучение в контексте межкультурной парадигмы имеет большой личностно-развивающий потенциал и с этой точки зрения весьма перспективно как для общеобразовательной, так и для высшей школы. И все же самое главное сводится к пониманию сущности межкультурной грамотности как интегративного целого, имеющего «выход» на личность обучающегося, на его компетентность, способности, а также личностные качества, позволяющие ему осуществлять различные виды речемыслительной деятельности в условиях социального взаимодействия с представителями иных культурных сред, иного образа мировидения.

Интегративность понятия «межкультурная грамотность» проявляется во взаимосвязи и взаимообусловленности трех ее слагающих компонен-

тов: прагматического (или практического), когнитивного и собственно педагогического.

Первый компонент – прагматический – связан с формированием у обучающегося коммуникативной компетенции. Второй компонент – когнитивный – связан с использованием целого ряда средств, как лингвистических, так и экстралингвистических, в качестве инструментов познания иной культурной среды и, следовательно, средств развития личности в целом. В свою очередь педагогический компонент призван определить модус «внелингвистического существования» бикультурной/поликультурной языковой личности. К внелингвистическим качествам личности, способной успешно общаться в ситуациях межкультурного взаимодействия, относятся ее самостоятельность, активность, эмпатия, способность к рефлексии, толерантность. В основе последних параметров лежит опыт эмоционально-оценочного отношения индивида к этнокультурному взаимодействию и его субъектам. Ряд авторов уравнивают эмпатию с проявлением толерантности к другому образу мыслей, к иной позиции партнера по общению, с умением и желанием видеть и понимать различие и общность в культурах, в мировосприятии их носителей, с готовностью и умением открыто воспринимать другой образ жизни и понять его.

Итак, в нашем понимании межкультурная грамотность есть комплекс взаимосвязанных компетенций. Необходимо отметить, что предлагаемая нами трактовка понятия «грамотность» существенно отличается от того смысла, который в большинстве случаев вкладывается в него отечественными дидактами. В работах И.А. Зимней, В.В. Краевского, М.Н. Скаткина, Г.П. Щедровицкого, Б.Д. Эльконина и других прослеживается точка зрения, согласно которой отличие предметной компетенции от грамотности заключается в возможности на основе знания конкретно и эффективно решать какую-либо деятельностную, практическую проблему. Даже функциональная грамотность – социально приемлемые алгоритмы действия в типичных ситуациях – рассматривается лишь в качестве слагающего элемента, если речь идет о достижении интегрированного результата – компетенции. Таким образом, в общепризнанном понимании именно компетенция, объединяющая в себе интеллектуальную и навыковую составляющие образования, вбирает в себя такой компонент, как грамотность. Однако в рамках настоящего исследования мы не ставили целью определить составляющие компетенции, а, напротив, пришли к необходимости дать определение и классифицировать некое над-компетентностное образование, состоящее из целого набора компетенций.

В ходе исследования мы столкнулись с проблемой недостаточной разработанности понятийного аппарата, что создало значительные трудности

при определении структуры межкультурной грамотности, в частности, перечня компетенций, ее слагающих. Так, понятия «компетенция» и «компетентность» обычно рядопологаются, но все же возникает вопрос об их тождественности или различии.

Компетентность рассматривается как «самостоятельно реализуемая способность, основанная на приобретенных знаниях ученика, его учебном и жизненном опыте, ценностях и наклонностях, которую он развил в результате познавательной деятельности и образовательной практики»². Компетентность – это способность (потенциал) осуществлять сложные культуросообразные действия. Анализируя перечень компетенций, предложенный Советом Европы, можно сделать вывод, что под компетенцией целесообразно подразумевать определенную область (сферу) окружающей действительности или деятельности, в которой человек должен быть компетентным (обладать компетентностью). В этом случае в перечень компетенций попадает довольно широкий круг понятий – политических, социальных, коммуникативных и т.д.

Некоторые из них, в частности, культурная, социальная, поведенческая, коммуникативная и т.д., воспринимаются нами как элементы межкультурной грамотности.

Подобное комплексное видение межкультурной грамотности встречается и в работах зарубежных дидактов. Так, например, Н. Силье³ представляет «межкультурную грамотность» как набор определенных знаний и умений в сфере межкультурного общения. Говоря о межкультурных знаниях, автор выделяет следующие три основных аспекта, или категории:

– понимание того факта, что поведенческие модели людей обусловлены их культурой;

– понимание, что поведение и речь зависят от таких социальных переменных, как возраст, пол, принадлежность к социальному классу, место жительства и т.п.;

– знание традиционных, общепринятых в изучаемой культуре моделей поведения в повседневной ситуации.

Межкультурные умения, собственно компетентности, Н. Силье делит на следующие четыре класса:

1. Способность проникать в сущность чужой культуры, делать необходимые обобщения на материале конкретных единичных примеров.

2. Умение распознавать культурную коннотацию слов и фраз чужого языка.

3. Умение относиться к носителям чужой культуры и самой культуре с эмпатией, принимать ее с должной терпимостью, не судить по законам культуры собственной.

4. Интеллектуальное любопытство, интерес к чужой культуре, умение ненавязчиво проявлять его.

Данная классификация межкультурных умений не противоречит нашему тезису о межкультурной грамотности как комплексе компетенций, поскольку умения (компетентности), слагающие первую группу, соответствуют познавательной компетенции из перечня ключевых компетенций для российской школы, предложенного Т.В. Ивановой. Компетентности второй группы являются не чем иным, как практической реализацией коммуникативной компетенции, которую выделяют и дидакты Совета Европы, и отечественные педагоги, в частности, И.А. Зимняя. Компетентности третьей и четвертой групп могут быть расценены как компоненты социальной компетенции из перечня Т.В. Ивановой, а могут быть отнесены к группе личностных качеств и аксиологических показателей, способствующих развитию межкультурной грамотности, что будет подробно рассмотрено нами далее.

Комплексное видение «межкультурной грамотности», представленное в работе Н. Селье отражено в виде схемы на рисунке 1.

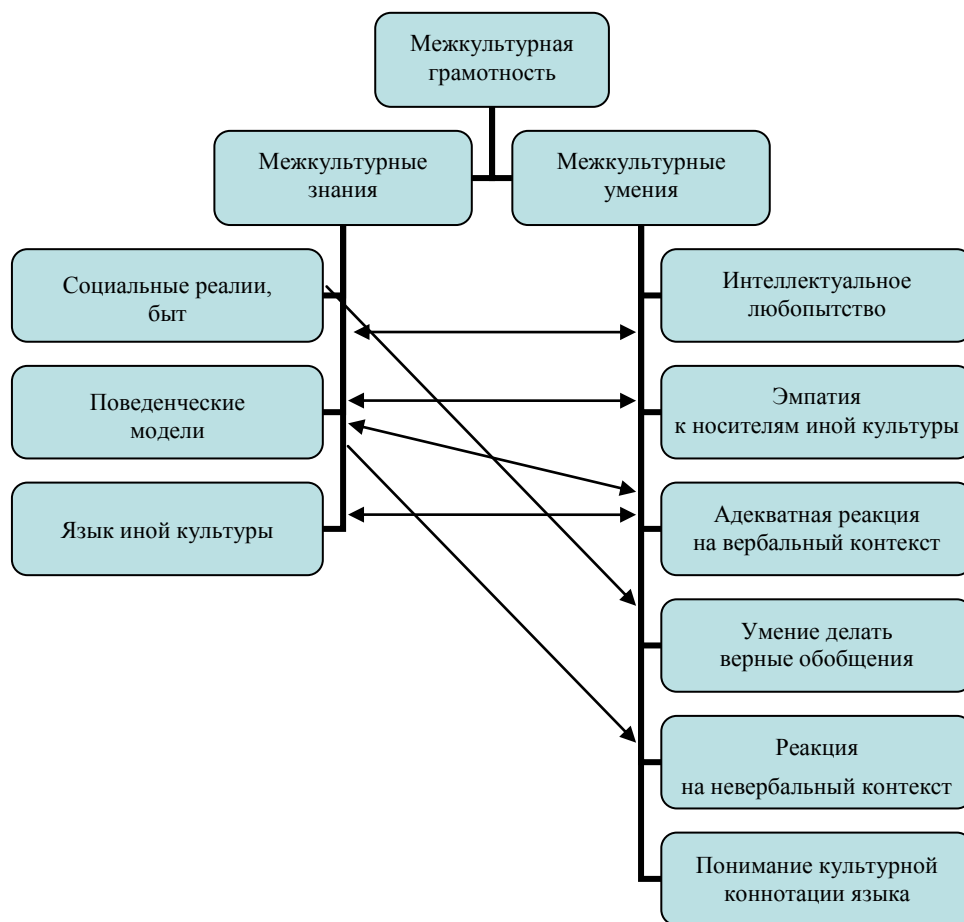


Рис. 1. Структурная модель межкультурной грамотности (по Н. Селье)

Не меньший интерес представляет также видение межкультурной грамотности, представленное в работах Альберто Фантини⁴. Он также рассматривает межкультурную грамотность как чрезвычайно комплексный феномен, включающий следующие компоненты: 1) набор определенных поведенческих особенностей, характерных черт; 2) три компетентностные сферы, или домена; 3) четыре измерения; 4) в качестве рекомендуемого компонента – достаточный уровень владения иностранным языком, разделяемым носителями изучаемой культуры.

1. Поведенческие особенности, черты характера, необходимые для овладения межкультурной грамотностью: поведенческая гибкость, юмор, терпеливость и терпимость, открытость, заинтересованность в мире и со-

беседнике, интеллектуальное любопытство, эмпатия, заведомо положительное отношение к новизне, сдержанность в оценках и пр.

2. Компетентностные сферы, коммуникационные домены:

– умение устанавливать и поддерживать общение, а в более широком смысле – дружественные отношения с собеседником;

– умение эффективно общаться, извлекая максимум фактической информации и эстетического удовольствия из процесса коммуникации с минимальными потерями как в информационном, так и в эмоциональном качестве передаваемой информации;

– умение эффективно сотрудничать с целью достижения результатов, выгодных для обеих сторон, задействованных в процессе коммуникации.

3. Четыре измерения:

– интеллект, достаточно продвинутый уровень интеллектуальных операций, багаж фоновых знаний, начитанность;

– позитивное отношение к миру, собеседнику, процессу взаимодействия, к себе как участнику коммуникации;

– умения и навыки, необходимые для эффективной организации общения и взаимодействия;

– знание поведенческих моделей, стратегий коммуникации, фоновой культурной информации, релевантной для культурной среды собеседника, партнера по коммуникационному акту.

4. Достаточный уровень владения иностранным языком, разделяемым носителями изучаемой культуры: умение корректно изъясняться, выражать свои мысли, передавать потребности, правильно воспринимать выраженные собеседником идеи, своевременно реагировать на них, распознавать культурный подтекст речевых единиц, адекватно его интерпретировать, а также сравнивать свое мироощущение как носителя родного языка и ту позицию, с которой оценивает происходящее собеседник из иного языкового круга.

Предложенная модель является объемной и, пожалуй, несколько усложненной и, на наш взгляд, проигрывает в отношении стройности. Тем не менее, среди четырех измерений межкультурной грамотности, описанных А. Фантини, легко узнаваемы социальная и культурная компетенции, в то время как коммуникационные домены слагают коммуникативную компетенцию. Достаточный уровень владения иностранным языком есть не что иное, как языковая компетенция. Таким образом, видения межкультурной грамотности, предложенное А. Фантини и Н. Селье, принципиально схожи по вопросу комплексного характера грамотности.

Особый интерес представляет в работе А. Фантини тот в факт, что достаточный уровень владения иностранным языком изучаемой культурной среды характеризуется не как определяющий, а лишь как комплиментар-

ный. Действительно, многие педагоги, в частности А.Г. Баранов, Т.С. Щербина, Н.Д. Гальскова и другие, постулируют, что межкультурная грамотность не может рассматриваться как совокупность отдельных коммуникативных компетенций, которыми владеет знающий несколько иностранных языков человек. Данная компетенция имеет «сложный мультиаспектный характер, что проявляется в ее интегративной сущности и разном уровне владения ее основными составляющими»⁵. Например, если человек в недостаточной степени владеет речевыми умениями в том или ином языке, но знает формы этического поведения, принятые в ином культурном социуме, проявляет доброжелательность и открытость, то эти знания и качества могут помочь ему в определенной степени восполнить имеющиеся пробелы и способствовать налаживанию контактов с партнерами по диалогу культур. Исходя из тезиса о многоаспектности межкультурной грамотности, можно сделать вывод о том, что цель обучения заключается в развитии у обучаемого способности к межкультурному взаимодействию и к использованию компетентностей в качестве инструментов этого взаимодействия как в экстралингвистических, так и в лингвистических сферах.

На наш взгляд, интересным в видении структуры понятия «межкультурной грамотности», предложенном А. Фантини, является также блок, посвященный описанию поведенческих особенностей и черт характера, необходимых для овладения межкультурной грамотностью. Действительно, наряду с ключевыми компетентностями, слагающими «межкультурную грамотность», существуют и такие, которые можно отнести к психологическим предпосылкам овладения искомой грамотностью. Данные предпосылки могут быть расценены как психологический катализатор, делающий процесс обучения менее продолжительным и технологически сложным. Подтверждение нашему предположению находим и в трудах других западных культурологов и педагогов: «Межкультурная грамотность состоит не только из знаний и умений, но еще и из личностных характеристик, таких, как, например, эмпатия, способность выдерживать параллельно возникающие разнообразные ожидания, многоаспектная толерантность, общительность, устойчивость к стрессовым ситуациям, творческое начало в решении проблем и пр.»⁶.

Р. Хенви, один из разработчиков теории глобального образования, отмечает, что подлинное постижение иной культуры начинается в тот момент, когда культура другого народа перестает казаться для человека непостижимой, следовательно, неполноценной, ущербной или подлинно враждебной. Р. Хенви и отечественные дидакты А.П. Лиферов, Я.М. Колкер, Е.С. Устинова, продолжившие исследования этой проблемы, особо

отмечали значимость такого компонента межкультурной грамотности, как способность к эмпатии, то есть способность увидеть себя на месте другого человека в пределах разнообразных социальных ролей в контексте собственной культуры. Следующий шаг в психическом развитии человека, выходящий за пределы эмпатии, Р. Хенви и его последователи называют трансспекцией. Транспекция – это способность мыслить и чувствовать так, как это делает представитель чужой культуры, это постепенное постижение психики другого человека через отождествление себя с ним. Эмпатию Р. Хенви считает характерной чертой современного общества, а трансспекцию – признаком сообщества будущего. Эмпатию и трансспекцию он отнес к характеристикам четвертого, максимального уровня постижения межкультурной грамотности – восприятия иной культуры посредством «культурного погружения», взгляда на культуру изнутри, восприятия культуры глазами ее носителя. Таким образом, дидакты глобального подхода также особое внимание уделяют именно характеристикам личности как одним из центральных компонентов межкультурной грамотности.

Анализ научной литературы, посвященной структуре понятия «межкультурная грамотность», позволил нам сформулировать собственное видение его компонентов, выразившееся в приведенной ниже схеме (см. рис. 2). Рассмотрим подробнее ее элементы.

К собственно когнитивной составляющей следует отнести такие компетенции, как страноведческая, культурная и поведенческая. Под категориями «культурная компетенция» и «страноведческая компетенция» (соответственно на материале своей культуры и культуры инородной) нами видятся такие знания, как:

- знание страноведческих реалий (политики, географии, истории, литературы и т.д.) и понимание того факта, как они сказались на формировании мировоззрения носителей данной культуры;
- знание бытовых реалий;
- знание и понимание общественных ритуалов;
- знание ценностей, морально-нравственных ориентиров, актуальных для рассматриваемой культуры.

Под категорией «поведенческая компетенция» мы представляем следующие знания и умения:

- знание речевого этикета;
- знание экстралингвистических поведенческих норм;
- умение сдержанно и адекватно реагировать на изменение вербального и невербального культурного контекста.

Наконец, к собственно психологической составляющей межкультурной грамотности, определяющей принципы внелингвистического суще-

ствования бикультурной/поликультурной языковой личности, относится набор личностных параметров и аксиологических характеристик.

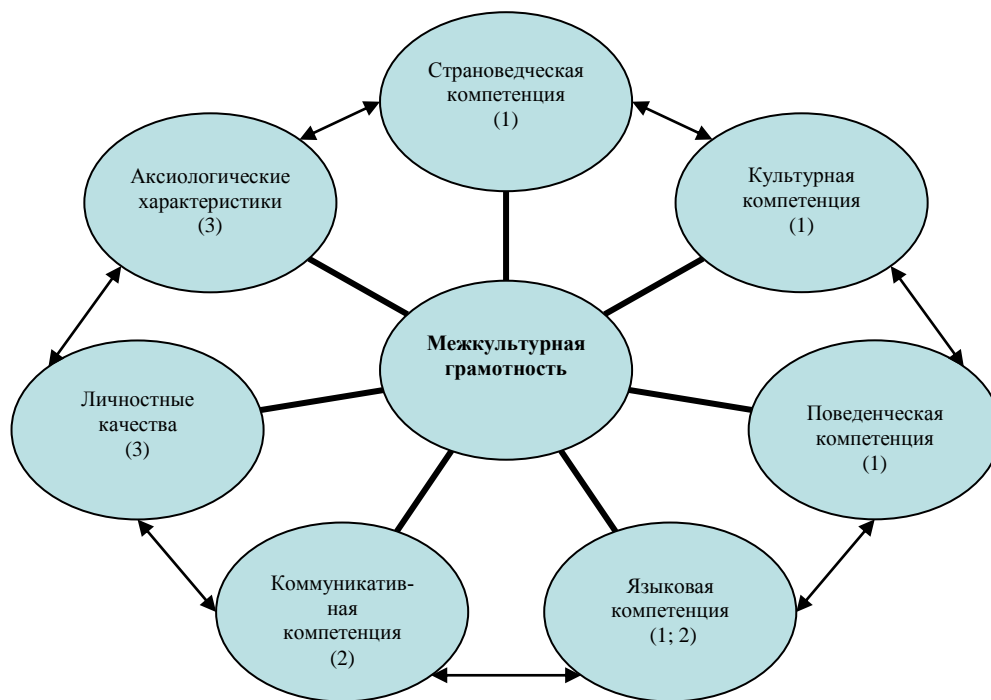


Рис. 2. Модель межкультурной грамотности личности

1. Когнитивная составляющая.
2. Прагматическая составляющая.
3. Педагогическая составляющая.

Категорию «языковая компетенция», на наш взгляд, было бы правильно охарактеризовать как пограничную между сугубо прагматической и когнитивной составляющими межкультурной грамотности. Действительно, с одной стороны, сфера языковых знаний и практических умений трактуется как сугубо прикладная. Но в то же время в современной культурологии и лингвистике постулируется тезис о неразрывности мышления, культуры и языка. Основой данного взгляда на соотношение трех рассматриваемых компонентов послужили положения В. Гумбольдта, Й.Л. Вайсберга, гипотеза лингвистической относительности Сепира – Уорфа. Заслугой Б. Уорфа и его последователей

является то, что они обратили особое внимание на специфические особенности возникновения «языкового восприятия мира», на познание мира с помощью языковых средств и влияние такого познания на деятельность людей. Язык не существует вне культуры, вне социально-унаследованной совокупности практических навыков и идей, характеризующих наш образ жизни ⁷. На стыке культурологии и лингвистики появилось понятие «языковая личность», рассматриваемое, в частности Ю.Н. Карауловым, как синтез лингвистического и психологического ⁸. Данное понятие во многом сопоставимо с вводимым педагогикой понятием «межкультурно грамотной личности», которое будет рассмотрено далее. Основная идея концепта языковой личности сводится к положению, что «сообразно со своей внутренней формой язык передает всем своим носителям общее мировидение, которое во многом отличается от мировидения других языков» ⁹. Таким образом, языковую компетентность можно рассматривать в качестве одного из инструментов познания иной культурной среды и, следовательно, средств развития личности в целом. Под языковой компетенцией нами понимаются следующие знания и умения:

- владение лексическими, грамматическими, фонетическими и другими нормами языка;
- знание литературной нормы изучаемого языка и ее девиаций.

Категорию «коммуникативная компетенция» следует отнести к прагматической составляющей межкультурной грамотности. Под данной компетенцией нам видится набор следующих знаний и умений (на материале как изучаемого, так и родного языка):

- умение соотносить языковые средства с нормами речевого поведения;
- умение вступать в общение, поддерживать, завершать его;
- дискурсивные умения (умение интерпретировать речевой контекст и эффективно включаться в его создание);
- прогностические умения, в частности, прогнозировать результат высказывания;
- умение общаться в различных организационных формах и с разным количеством собеседников;
- умение выражать основные речевые функции посредством изучаемого языка;
- умение составлять коммуникативно успешные неподготовленные, экспромтные, речевые высказывания.

В категорию «личностные качества» традиционно относится набор черт личности, которые, на наш взгляд, являются существенными предпосылками для успешного формирования межкультурной грамотности. Прежде всего это:

- коммуникабельность;
- настойчивость (как проявление стратегии коммуникативного поведения);
- самостоятельность;
- многоаспектная толерантность;
- эмпатия, априорная доброжелательность к собеседнику и миру;
- способность к сотрудничеству, к достижению компромиссов.

В категорию «аксиологические характеристики» становления межкультурно грамотного человека относятся ценностные ориентиры личности, мотивировки, способствующие ее включению в процесс диалога культур. Среди них, например:

- мотивационная готовность к самосовершенствованию;
- стремление к эффективному межкультурному общению без этнических и языковых границ;
- признание множественности и равноправия культур;
- трезвая оценка своей и изучаемой культуры не с позиций превосходства или унижения, а множественности перспектив;
- умение рефлексировать о культурных различиях.

Совокупность таких структурных компонентов, как личностные качества, ценностные предпосылки, слагающие педагогическую составляющую межкультурной грамотности, языковая и коммуникативная компетенции, служащие компонентами прагматической составляющей, поведенческая, культурная и страноведческая компетенции, слагающие когнитивную составляющую, и является, на наш взгляд, комплексным понятием «межкультурная грамотность».

Постижение структуры понятия, бесспорно, дает возможность сформулировать собственное, уточненное и расширенное, определение категории «межкультурная грамотность». Так, с культурологических и педагогических позиций межкультурную грамотность следует определить как «способность к пониманию культуры другого народа, позитивного к ней отношения, осмысления ее реалий, морали, ценностей и прочих слагаемых компонентов сквозь призму собственной культуры, а также умение эффективно функционировать в условиях иной лингвокультурной среды».

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Гальскова, Н.Д. Межкультурное обучение: проблема целей и содержания обучения иностранным языкам // Иностранные языки в школе. – 2004. – № 1. – С. 4.

² Иванова, И.Н. Социологический аспект понимания ценностей культуры // Диалог в культуре. – М., 1989. – Вып. 5. – С. 18.

³ См.: Seelye, H.N. Teaching culture: strategies for intercultural communication. – Lincolnwood, IL: National Textbook Co, 1994. – 190 p.

⁴ См.: Fantini, A. Exploring intercultural competence: a construct proposal, Brattleboro, VT, USA 1995, rev. – 1996. – P. 170.

⁵ Гальскова, Н.Д. Указ. соч. – С. 6.

⁶ Friesenhahn, G.J. Wiederbelebung der internationalen Dimension sozialer Arbeit // Jugendhilfe. – 1995. – Vol. 33. – N 4. – S. 199.

⁷ См.: Сепир, Э. Избранные труды по языкознанию и культурологии. – М. : Прогресс, 1993.

⁸ См.: Караулов, Ю.Н. Русский язык и языковая личность. – М. : Мысль, 1987. – 261 с.

⁹ Вайсберг, Й.Л. Родной язык и формирование духа. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – С. 104.

И.Ю. Кремер

АРГУМЕНТАЦИЯ И ЕЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ В НЕМЕЦКОМ КРИТИЧЕСКОМ ТЕКСТЕ

На современном этапе развития лингвистических изысканий достаточно серьезное значение приобрели исследования, проводимые в рамках аргументативного анализа текста. Перспектива изучения лингвистической области аргументации, находясь в междисциплинарной зоне, вынуждена принять концептуальный аппарат как можно большего числа взаимоинтегрированных наук: философии, логики (логическая семантика), риторики, аналитической психологии, герменевтики, когнитивистики, искусственного интеллекта, прагмалингвистики.

Доминантными, на наш взгляд, являются когнитивный и логический подходы, которые в наибольшей степени отражают сущность аргументации в тексте. Тенденция взаимовлияния когнитивной и лингвистической наук весьма оправданна. Считается, что источник развития логики – в постоянном сопоставлении с реальными рассуждениями, с существующими в языковой практике нормами мышления. Благодаря ориентации на естественный язык логическая теория расширяет круг своих интересов. Бесспорно также влияние логики на развитие лингвистики, например, построение теории речевых актов.

Изначально аргументация является объектом исследований логической науки, вследствие чего она продолжает испытывать влияние формально-логического понятийного аппарата. Но аргументация, не ограниченная рамками формального логического доказательства, не может считаться «трофеем» логики. Этим объясняется существование множества

направлений исследования в области логической семантики. В вопросах, касающихся анализа процесса аргументации, логическая семантика выявляет проблемные ситуации вокруг следующих понятий: истина, знание, каузальность, модальность. В поле аргументации эти понятия представляются взаимообусловленными и взаимообусловливающими. Они реализуются в конкретной текстовой ситуации, представляющей собой определенную прагматическую область.

Именно поэтому классической логической семантике противопоставляется интенциональная семантика¹, для которой понятия истинности и вывода утрачивают свою базисную значимость. В поле зрения интенциональной семантики непосредственно попадает говорящий субъект, при этом решающим моментом признается язык в употреблении.

Действительно, исследование аргументации должно включать не только изучение структуры законченных аргументативных групп, но и анализ этого явления как вербальной деятельности. Аргументация должна рассматриваться как процесс использования языка, как неотъемлемый элемент коммуникации. По определению Я.С. Яскевич, аргументация – это полиструктурное образование, логическая структура которого связана с личностной, направленной на выполнение коммуникативных функций аргументацией, обеспечивающей понимание и принятие отстаиваемой концепции².

Существенным развитием в изучении аргументации является концепция Р.И. Павилениса, плавно связывающая решение проблем логической семантики с входением в поле прагматики³. При этом не только фокусируется внимание на ситуации и контексте употребления языка, но также возникает необходимость учета носителей языка как носителей определенных концептуальных систем.

Концептуальная система, или структура, – тот ментальный уровень или та ментальная (психическая) организация, где сосредоточена совокупность всех концептов, данных уму человека, их упорядоченное объединение⁴. Соответственно концепт является оперативной единицей концептуальной системы. Концепты возникают в процессе построения информации об объектах и их свойствах; это сведения о том, что индивид знает, предполагает, думает⁵. Они позволяют хранить знания о мире и оказываются строительными элементами концептуальной системы, способствуя обработке субъективного опыта.

Содержание концептуальной системы может быть более или менее близким познаваемой действительности, но полностью не детерминировано ею. Недетерминированность речевого поведения в аргументативном пространстве исходит не только от несоответствия содержания концепту-

альной системы и действительного мира. Важным моментом является также учет изменения мнения индивида.

Концептуальная система выступает именно как система мнений и знаний о мире, отражающая познавательный опыт человека, как на доязыковом, так и на языковом уровне, но не сводимый к какой бы то ни было лингвистической сущности⁶. Аргументативное пространство при этом оформляется в виде мобильного, непредсказуемого поля речемышления. Потому необходимым становится учет различных типов мышления, ориентация на различение которых представлена в связи с введением понятия концептуальной картины мира.

Знание о мире в индивидуальном сознании О.И. Каменская в своей концепции определяет так же, как концептуальную картину (модель) мира. Знание языка связывается с понятием языковой картины мира. Языковая картина мира понимается как подсистема концептуальной. Ее специфика состоит в том, что она не образует автономную картину мира, а встроена в структуру концептуальной картины мира. Это позволяет сделать вывод о том, что границы между языковой и концептуальной картиной мира кажутся зыбкими, неопределенными⁷.

Согласно Б.А. Серебренникову, концептуальная картина представляется богаче языковой картины мира, поскольку в ее создании участвуют разные типы мышления, в том числе и невербальные. Ученый выделяет следующие типы мышления: словесное, практическое, образное, редуцированное, поисковое, авербальное⁸. Вычленение данных типов мышления позволяет шире взглянуть на проблему соотношения «язык – мышление» и возможность аргументативного анализа языка.

Языковая деятельность рассматривается обычно как один из модулей «когниции», составляющий вершину айсберга, в основании которого лежат когнитивные способности, не являющиеся чисто лингвистическими, но дающие предпосылки для последних⁹. Между «языковым модулем» и остальными видами когниции нет пограничного столба: язык влияет на пути образования и развития понятий, а остальные типы когниции – на усвоение языка¹⁰. Самые важные концепты кодируются именно в языке. Нередко утверждается также, что центральные концепты отражены в грамматике языков и что именно грамматическая категоризация создает ту концептуальную сетку, тот каркас для распределения всего концептуального материала, который выражен лексически¹¹.

Таким образом, внесение роли человеческого фактора в язык в процессе образования картины мира приводит к необходимости выхода за пределы лексики и грамматики. Объясняя реалии окружающего мира, человек демонстрирует не только владение языком, но и выполняет функ-

цию интерпретации. Интерпретативная функция представляется тем мерилом, которое указывает на необходимость выхода из сугубо лексических и грамматических пределов.

Можно полагать, что при поступательном движении от границ слов и грамматических категорий к более сложным явлениям, относящимся к области мышления (типы мышления, индивидуальное сознание), необходимо признать статус интерпретации (объяснения, обоснования) как доминантного понятия.

Аргументативное пространство, в котором происходит формирование дискурсов, с одной стороны, оказывается сопряженным с проблемой наличия множественных интерпретаций отдельно взятого дискурса, с другой стороны, с тем, что различные виды дискурсов могут иметь лишь одну интерпретацию. Действия-стратегии аргументирующей личности, происходящие в процессе коммуникации, будут сопряжены с принципом перманентности. Аргументация реализует связь логической семантики и когнитивной науки, при этом основное внимание уделяется отдельному индивиду с его конкретными интересами, планами, знаниями и убеждениями.

Рассматривая современную лингвистическую парадигму как междисциплинарное явление, включающее в себя аспекты когнитивизма, логики, прагматики, мы считаем целесообразным изучать процесс аргументации с названных позиций, отдавая предпочтение лингвистическому аспекту его интерпретации.

Интерпретация трактуется как когнитивный процесс и одновременно результат в установлении смысла речевых действий¹². Анализ процесса аргументации в настоящей статье состоит в выдвигании стратегий интерпретации критического текста, соединяющих между собой цели и средства. Критический текст занимает особое место в сфере научной коммуникации.

Научный и критический тексты исследователи обычно относят к различным видам дискурса, отмечая их особенности. Если в рамках научного дискурса происходит самоустранение ученого как адресанта ради объективности изложения, то в критическом дискурсе излагается чаще всего субъективная критика деятельности человека и интеллектуальных (духовных) продуктов этой деятельности в разных сферах: науке, политике, искусстве¹³. Следовательно, научная критика будет проявлять в определенной степени особенности вышеназванных (критического и научного) дискурсов.

Настоящий анализ проводился на материале научных рецензий, опубликованных в немецкоязычных журналах: «*Lebende Sprachen*» (LS), «*Muttersprache*» (MS), «*Zeitschrift für Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung*» (ZPSK), «*Zielsprache Deutsch*» (ZD). Речевой

жанр рецензии характеризуется следующими коммуникативными интенциями:

1. Проинформировать читателя о рецензируемом произведении, то есть сообщить определенные фактуальные сведения о нем, о его создателях, особенностях оформления.
2. Дать общую оценку произведения и его различных аспектов.
3. Обосновать оценку, разъяснить, проиллюстрировать ее.
4. Оказать воздействие на читателя.

Следует отметить, что данный тип текста характеризуется сильной прагматической направленностью, под которой понимаются «осознанные, намеренные воздействующие устремления адресата, сопровождающие собственное смысловое содержание высказывания и адресованные адресату»¹⁴. Исходя из основных интенций автора, в структуре рецензии можно выделить две части, которые тесно взаимодействуют друг с другом – информационную и оценочную.

Функции критического текста (информирование, оценка, убеждение) реализуются с помощью процесса аргументации в большинстве проанализированных рецензий. Процесс аргументации в критическом тексте – это синтез установления знания и убеждения, оценочности, побуждения к действию участников научной коммуникации.

Являясь неотъемлемым элементом коммуникации, аргументация в критическом тексте предстает не как чисто логическая процедура, а как своеобразная деятельность, производимая рецензентом. Аргументация в рецензии – «полиструктурное образование, логическая структура которого связана с «личностной», направленной на выполнение коммуникативных функций аргументацией, обеспечивающей понимание и принятие отстаиваемой концепции»¹⁵.

Логическая структура аргументации в качестве обязательных компонентов включает тезис, аргументы и способ связи между ними – демонстрацию. При интерпретации аргументации существенную роль играют названные опоры и контекст¹⁶.

Тезис – центральная единица процесса аргументации и смыслообразующий компонент критического текста. Тезис тесно связан с темой рецензии, но эти явления имеют существенные различия. Тема понимается как предмет, о котором текст повествует, она обозначена через соответствующее понятие. Обычно тема задается в названии рецензируемой работы. Тезис в отличие от темы не может быть сформулирован в виде понятия, так как он подлежит доказыванию и оценке.

Название выполняет важную перспективную функцию. Оно не только сообщает о событии и указывает на него, но и привлекает внимание чита-

теля. Вычленению названия (или заголовка) способствует его местоположение в начале текста, выделение типографическим шрифтом и размещением, определенная самостоятельность языкового выражения. Название дает возможность найти смысловое ядро критического текста (тезис), вокруг которого объединяются все данные мыслительного процесса.

Тезис позволяет идентифицировать процесс аргументации и концентрирует основную информацию, на которой строится аргументация. В тексте рецензий он может быть представлен в двух формах:

1) В компактной форме, которая способствует четкому выделению аргументативного процесса и соответствует более глобальному подходу к рассматриваемой проблеме, например:

Vor allem wird ganz einleuchtend der Nachweis geführt, daß eine Vielzahl der Duden-Regeln redundant oder verwirrend sind und dem Vermittler der Orthographie keine Hilfe bieten (MS. 1994. N 1. S. 78).

Такое представление тезиса характерно для рецензий сравнительно небольшого объема, в которых рецензент в общем виде называет проблему, не концентрируя внимание читателя на деталях.

2) В развернутой форме, которая применима при более подробной обработке представляемой информации, например:

Das Konzept des Verfassers, in der internationalen Stellung eine relative Größe zu sehen, die nur im Vergleich mit anderen Sprachen sinnvoll ist, scheint plausibel. So wird dem Leser nahegelegt, daß die Internationalität einer Sprache mit der Gesamtmenge internationaler Kommunikationsereignisse in dieser Sprache korreliert.

<...> verdient insbesondere die von Ammon versuchsweise in Angriff genommene «Rangordnung der deutschsprachigen Minderheiten nach Spracherhaltungs-faktoren» spezielle Aufmerksamkeit (MS. 1994. N 1. S. 79).

Тезисы в такой форме используются критиком в рецензиях с детально представленным рассуждением. Намерение рецензента – рассмотреть фактический материал, учитывая различные нюансы поставленной проблемы. В случае, когда тезис разбит на несколько фрагментов, необходимо ссуммировать информацию соответствующих ему аргументов.

Важным условием для успешного интерпретирования является установление оппозиции «тезис – антитезис». Восприятие информации, представленной по принципу оппозиции, не только контрастно высвечивает основополагающие моменты проблемы, но и способствует формированию индивидуальной убежденности в правильности или неправильности информации. Наличие тезиса и антитезиса оказывает влияние на лингвистические формы аргументативного процесса и является показателем контраргументации.

...wird betont... «Literatursprache» sei «nicht identisch mit der Sprache der Belletristik». Doch wo bleibt sie im tatsächlichen Sprachgebrauch? «Wissenschafts- und Fachsprache», «Sprache des öffentlichen Verkehrs» und «Pressesprache» werden herausgenommen und in eigenen Abschnitten neben diese «Literatursprache» gestellt... Die «funktionalstilistische Differenzierung» ist gerade ein Charakteristikum der Literatursprache (MS. 1996. N 1. S. 83).

Истинность выдвинутого тезиса/антитезиса, обоснование целесообразности его принятия, демонстрация преимуществ устанавливаются с помощью аргументов – основного средства для достижения цели всякой аргументации. Выбор аргументов носит личностный характер, ведь аргументация, существующая «в» коммуникативном процессе и «через» него, представляет завершённую сознательную деятельность.

В соответствии с коммуникативными намерениями рецензент избирает тактику аргументирования/контраргументирования, которая связана с определённым набором аргументов. Их умелое использование позволяет рецензенту «...сделать собеседника своим единомышленником по обсуждаемому вопросу или сопричастным к реализации своих программ»¹⁷. Функциональный спектр аргументов различен и варьируется от типа рецензии.

Следующим важным моментом при интерпретации аргументативного текста является структурное положение тезиса по отношению к аргументам. Традиционно выделяют два типичных способа:

1) Тезис предшествует основному корпусу аргументов, направленных на его подтверждение и обоснование:

Das Buch besteht aus... einer einzigen These, die man so formulieren könnte: Die Komplexität des Gegenstandes «Fachtext» erfordert eine entsprechend komplexe Untersuchungsmethode.

...Baumann behandelt... die semantische, stilistische, textlinguistische, funktional-kommunikative, «erkenntnis-» bzw. «sprachtheoretische» und soziolinguistische Analyse von Fachtexten... [MS. 1994. N 2. S. 179).

Тезис является конечным звеном определённой цепи аргументов:

Die durch die religiöse Spaltung nach 1555 bewirkte Barriere führte dazu, daß sich die Hochsprache mit ihrer Geltung von den bairischen Sprachnormen löste, bis sich im Zuge der Aufklärung konfessionellen Gegensätze abschwächten und nach 1765 in Bayern... die Angleichung an die in Mittel- und Norddeutschland geltende Sprachnorm vollzogen wurde. Seitdem spielt die gesprochene bairische Mundart eine wichtige Rolle in der mündlichen Kommunikation, aber im schriftlichen Bereich dominiert auch in Bayern die neuhochdeutsche Standardsprache (MS. 1994. N 2. S. 189).

Аргументация в критическом тексте имеет свои особенности. Она представляет собой оценочное рассуждение, в центре которого находится личность рецензента, выборочно оценивающая различные компоненты публикации и аргументирующая эту оценку. В большинстве случаев автор считает необходимым дать ее обоснование, которое является логическим каркасом научной аргументации¹⁸. Обоснование в текстах рецензий представлено очень разнообразно. Рецензент использует различные приемы аргументации, с помощью которых подводит читателя к оценке публикаций и заставляет его следовать данному ходу рассуждения. Тексты рецензий демонстрируют следующие приемы аргументации:

1) Доказательство, обосновывающее истинность критических положений и констатирующее достоверное знание:

Der Versuch, fachliche Ausdrucksformen mit «kognitiven» Operationen in Verbindung zu bringen und damit einen gewissen Anschluß an psychologische Theorien zu gewinnen, scheitert von vornherein durch eine «dialektische» Vermischung der Bereiche. So werden fünf Grundtypen «kognitiver Prozesse» aufgeführt (Deskription, Narration, Exposition, Argumentation und Instruktion), die in Wirklichkeit allenfalls Funktionen oder Typen der Kommunikation sein können (MS. 1994. N 2. S. 179).

2) Опровержение, которое устанавливает ложность тезиса, пересматривает концептуальный аппарат предшествующего знания:

Umfangmäßig den Hauptteil des Buches bildet... das Vergleichende Wörterbuch. <...> Hier muß die Kritik schon im Grundsätzlichen ansetzen: Als Nachschlagewerk kann das Buch nicht dienen, da die Zahl der Stichwörter viel zu gering ist, ebenso die Zahl der Beispiele und phraseologischen Wendungen. Wenn das Vergleichende Wörterbuch für Lernende gedacht ist, dann sind die Beispiele und die Wendungen viel zu willkürlich zusammengestellt (LS. 1994. N 1. S. 40).

3) Объяснение, раскрывающее существенные характеристики тезиса и указывающее на причинно-следственные отношения:

Strukturelle sprachliche Gewalt steckt hinter sexistischen Sprachnormen. Semantische Normen können nach Frank Subjekte von sexistischer Gewalt sein (Gewalt ausüben), denn sie reflektieren nicht nur die gesellschaftliche Ungleichheit der Geschlechter, sondern sie stabilisieren sie auch und lassen sie fort dauern (MS. 1994. N 4. S. 362).

4) Подтверждение, вовлекающее в научное исследование положения, истинность которых еще в должной мере не установлена, а аргументы для их опровержения отсутствуют:

...Letztere (Standardäquivalente) kann man als schemafundierte, automatisierte Fertigkeiten bezeichnen. Daß der Mensch, wo immer er kann (und manchmal auch, wo dies nicht zulässig ist) diese Art von Fertigkeiten

praktiziert, können wir in vielen alltäglichen und beruflichen Verhaltensweisen beobachten. D. h. Wir organisieren unser Verhalten unter dem Blickwinkel arbeitspsychologisch möglichst effizienter «Minimaxstrategien» (LS. 1992. N 3. S. 141).

5) Оправдание, включающее доводы индивидуального плана и имеющее предписывающий характер:

Das einzig Problematische an diesem Buch – aber mit diesem Dilemma steht die Verfasserin nicht allein – ist der Mangel an Kriterien für die drei Schwierigkeitsgrade «leicht, mittel, schwer»; hier zeigt sich, daß in (fast) jedem (Fach)-Text neben objektiven auch subjektive Faktoren stecken, die man nicht mehr operationalisieren und kriterial bestimmen kann (LS. 1992. N 3. S. 141).

Путем отбора и представления информации, а также с помощью системы оценок, которые могут быть выражены эксплицитно и имплицитно, осуществляется процесс убеждения. В ходе анализа текста особого внимания заслуживает характер убеждения. В начале рассуждения, где, как правило, рецензент вводит читателя в круг рассматриваемых проблем, убеждение приобретает «скрытую», имплицитную форму.

Die Klage über die mangelnde oder nur als Einbahnstraße funktionierende Verbindung zwischen Praxis und Wissenschaft mag oft berechtigt sein. Pöchhacker aber ist dieser Brückenschlag für den Bereich des Simultandolmetschen voll geglückt, wobei sekundär ist, von welcher Seite aus, von der Forschung oder vom Dolmetscheralltag, mit dem Bau begonnen wurde (LS. 1995. N 4. S. 183).

По мере изложения происходит сужение элемента убеждения от значимости проблемы вообще к значимости ее в том виде, в каком она представлена в тезисе автора. В заключительной части критического текста убеждение иного рода – оно реализуется при помощи положительной или отрицательной оценки рецензируемого произведения.

Zwei Tugenden des Werkes seien besonders hervorgehoben:

1) Pöchhacker gelingt, was nicht für alle Zunftgenossen selbstverständlich ist, nämlich, bei aller Wissenschaftlichkeit verständlich und klar zu schreiben...

2) Die wissenschaftliche Untersuchung kehrt zurück zu den Praktikern, insbesondere, aber nicht ausschließlich in den «Schlußfolgerungen für die Praxis». Und: bei aller Stringenz der Argumentation zieht der Autor seine Schlußfolgerungen behutsam und ohne den Anspruch, die Wahrheit gefunden zu haben (LS. 1995. N 4. S. 184).

В процессе научной коммуникации осуществляется аргументативный процесс, включающий в себя информирование, установление истинности, оценку и убеждение. В рамках текстовой аргументации доказательства

приобретают определенные характеристики как с точки зрения внутреннего строения, так и языкового оформления. Являясь средством решения речемыслительных задач, отражая реальные коммуникативные потребности, аргументы редко выступают в той или иной речевой форме в «чистом» виде, чаще всего они представляют собой их переплетение, взаимодействие и взаимодополнение. Возможно говорить лишь о доминантной роли рассуждения, которое лежит в основе всякой аргументации.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ См.: Грайс, Г.П. Логика и речевое общение // Новое в зарубежной лингвистике. – М., 1985. – Вып. 16. – С. 217–237.

² См.: Яскевич, Я.С. Аргументация в науке. – Минск, 1992. – 143 с.

³ См.: Павиленис, Р.И. Проблема смысла: современный логико-философский анализ языка. – М.: Мысль, 1983. – 286 с.

⁴ Краткий словарь когнитивных терминов / под общ. ред. Е.С. Кубряковой. – М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1997. – С.94.

⁵ См.: Павиленис, Р.И. Указ. соч. – С. 90.

⁶ См.: Краткий словарь когнитивных терминов.

⁷ См.: Каменская, О.Л. Три семантики слова // Сб. науч. тр. / МГЛУ. – М., 1993. – Вып. 416. – С. 39.

⁸ Роль человеческого фактора в языке: язык и картина мира / Б.А. Серебрянников, Е.С. Кубрякова, В.И. Постовалова и др. – М.: Наука, 1988. – 216 с.

⁹ Демьянков, В.З. Когнитивная лингвистика как разновидность интерпретирующего подхода // Вопросы языкознания. – М., 1994. – № 4. – С. 22.

¹⁰ См. там же. – С. 29.

¹¹ См.: Talmy, L. The relation of grammar to cognition // Topics in cognitive linguistics. – Amsterdam ; Philadelphia, 1988. – P. 165–166.

¹² См.: Краткий словарь когнитивных терминов. – С. 31.

¹³ Habermas, J. Erläuterungen zum Begriff des kommunikativen Handelns // Vorstudien und Ergänzungen zur Theorie des kommunikativen Handelns. – 3 Aufl. – Frankfurt a/M.: Suhrkamp, 1989. – S. 571–606.

¹⁴ Наер, В.Л. Прагматические аспекты английского газетного текста // Сб. науч. тр. / МГПИИЯ им. М. Тореца. – М., 1981. – Вып. 178. – С. 107.

¹⁵ Яскевич, Я.С. Указ соч. – С. 143.

¹⁶ См.: Argumentation / Hrsg.: Wolfgang Klein // Für Literaturwiss. U Linguistik. – Göttingen: Vandenhöck und Ruprecht, 1980. – 237 S.

¹⁷ Брутян, Г.А. Аргументация. – Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1987. – С. 32.

¹⁸ См.: Яскевич, Я.С. Указ соч. – С. 14.



М.Т. Терёхин, О.В. Баева

УДК 517.925

**СУЩЕСТВОВАНИЕ НЕНУЛЕВЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
У ОСОБОГО КЛАССА СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
С ПАРАМЕТРОМ**

В настоящей работе рассматривается неавтономная нелинейная система дифференциальных уравнений с параметром. Изучается вопрос существования ненулевых периодических решений системы дифференциальных уравнений, правая часть которой является T -периодической функцией по независимой переменной и содержит параметр.

Отметим, что внимание исследователей к теории периодических решений обусловлено потребностью практики, поставившей перед учеными задачу определения условий существования таких решений для нелинейных систем дифференциальных уравнений.

Несмотря на то, что теории периодических решений посвящено большое количество работ, разнообразие конкретных систем дифференциальных уравнений с параметром способствует развитию новых способов, позволяющих доказывать наличие у них периодических решений. Представляется существенным определение условий, при которых система дифференциальных уравнений имеет периодические решения, особенно в случае, когда матрица системы линейного приближения зависит от параметра, имеет комплексно-сопряженные собственные значения, действительная и мнимая, части которых при критическом значении параметра обращаются в нуль. При этом нельзя построить традиционным способом, рассмотренным в работах Н.Н. Боголюбова, Ю.А. Митропольского [4], Ю.Н. Бибикина [3], Б.П. Демидовича [7], оператор, который преобразовывал бы периодическую функцию в периодическую. Необходимы методы определения условий существования ненулевого периодического решения у таких систем при новых предположениях относительно свойств ее правых частей.

1. Постановка задачи

Рассматривается неавтономная нелинейная система дифференциальных уравнений с параметром

$$\begin{cases} \dot{x} = (A(\lambda) + X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon))x, & (1.1) \\ \dot{\varphi} = \mu(\varepsilon) + \Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon), & (1.2) \end{cases} \quad (1)$$

удовлетворяющая условиям:

а) $x \in \mathbf{R}^m$, $\varphi \in \mathbf{R}^p$, $\varepsilon \in \mathbf{R}^l$, $\lambda \in \mathbf{R}^q$, $\mathbf{R}^s - s$ -мерное векторное пространство;

б) $\mu(\varepsilon) - p$ -мерная вектор-функция, $A(\lambda) - m \times m$ -матрица, определенные и непрерывные соответственно на множествах $E(\delta_0) = \{\varepsilon \in \mathbf{R}^l : |\varepsilon| \leq \delta_0\}$ и $\Lambda(\delta_0) = \{\lambda \in \mathbf{R}^q : |\lambda| \leq \delta_0\}$;

в) $\Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) - p$ -мерная вектор-функция, $X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) - m \times m$ -матрица, определенные и непрерывные по совокупности переменных, T -периодические по t на множестве $M(\delta_0) = [0, T] \times \mathbf{R}^p \times M_0(\delta_0) \times \Lambda(\delta_0) \times E(\delta_0)$, $M_0(\delta_0) = \{x \in \mathbf{R}^m : |x| \leq \delta_0\}$, $T > 0$, $\delta_0 > 0$ – некоторые постоянные числа;

г) на множестве $M(\delta_0)$ выполнены неравенства:

$$\|\Phi(t, \varphi', x, \lambda', \varepsilon') - \Phi(t, \varphi'', x, \lambda'', \varepsilon'')\| \leq c_1(\delta_0)|\varphi' - \varphi''| + c_2(\delta_0)|\lambda' - \lambda''| + c_3(\delta_0)|\varepsilon' - \varepsilon''|,$$

где $c_1(\delta_0) \rightarrow 0, c_2(\delta_0) \rightarrow 0, c_3(\delta_0) \rightarrow 0$ при $\delta_0 \rightarrow 0$,

$$\|A(\lambda)\| \leq R, \|X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon)\| \leq L,$$

$$\|X(t, \varphi', x, \lambda', \varepsilon') - X(t, \varphi'', x, \lambda'', \varepsilon'')\| \leq l_1(\delta_0)|\varphi' - \varphi''| + l_2(\delta_0)|\lambda' - \lambda''| + l_3(\delta_0)|\varepsilon' - \varepsilon''|,$$

где $l_1(\delta_0) \rightarrow 0, l_2(\delta_0) \rightarrow 0, l_3(\delta_0) \rightarrow 0$ при $\delta_0 \rightarrow 0$,

$$\|A(\lambda') - A(\lambda'')\| \leq r(\delta_0)|\lambda' - \lambda''|, r(\delta_0) \rightarrow 0 \text{ при } \delta_0 \rightarrow 0,$$

причем $\Phi(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$, $X(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$, $\lim_{x \rightarrow 0} \Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = 0$, $\lim_{x \rightarrow 0} X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = 0$ равномерно относительно $t, \varphi, \lambda, \varepsilon$ на множестве $[0, T] \times \mathbf{R}^p \times \Lambda(\delta_0) \times E(\delta_0)$;

д) на множестве $E(\delta_0)$ справедливо представление $\mu(\varepsilon) = B\varepsilon + \Theta(\varepsilon)$, где $B - p \times l$ -матрица, вектор-функция $\Theta(\varepsilon)$ удовлетворяет условию Липшица по ε с постоянной $\tau(\delta_0)$, $\tau(\delta_0) \rightarrow 0$ при $\delta_0 \rightarrow 0$.

Ставится задача: определить условия, при которых система (1) будет иметь периодические решения.

Следует отметить, что система обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\dot{y} = B(\nu)y + f(t, y, \nu), \quad (2)$$

где $y, f - n$ -мерные вектор-функции, $\nu = (\lambda, \varepsilon)$ – параметр, матрица $B(\nu)$ имеет комплексно-сопряженные собственные значения, в ряде случаев

преобразуется в систему вида (1). Существует множество различных способов приведения системы (2) к системе (1). Эти способы рассмотрены в работах [3–5]. В частности, система (1) может быть получена из системы (2) введением полярной системы координат.

Пусть $C(d_0, k)$ – класс T -периодических по t вектор-функций $F(t)$, определенных на сегменте $[0, T]$, таких, что $\|F(t)\| \leq d_0$, $\|F(t') - F(t'')\| \leq \kappa |t' - t''|$ для любых $t', t'' \in [0, T]$, d_0, κ – некоторые положительные числа.

Определение 1. Пусть $F(t) \in C(d_0, k)$. Под решением системы уравнений (1.2) при $x = F(t)$, $\varepsilon \in E(\delta_0)$, $\lambda \in \Lambda(\delta_0)$ будем понимать определенную и непрерывно-дифференцируемую на сегменте $[a, b]$ вектор-функцию $t \rightarrow \varphi_t$, удовлетворяющую при любом $t \in [a, b]$ системе (1.2).

Для решения системы уравнений

$$\dot{\varphi} = \mu(\varepsilon) + \Phi(t, \varphi, F(t), \lambda, \varepsilon), \quad (3)$$

определенного на $[a, b]$, примем обозначение $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$, где $\varphi^F(0, \varphi_0, \lambda, \varepsilon) = \varphi_0$ – начальное значение, $\varphi_0 \in \mathbf{R}^p$.

Пусть $\varphi^* \in \mathbf{R}^p$ – произвольное, но фиксированное число. Из условия г) следует, что при $x = 0$ и $\varepsilon = 0$ решением системы уравнений (1.2) является вектор-функция $t \rightarrow \varphi \equiv 0$. Тогда на основании теоремы о единственности и непрерывной зависимости решения от начального значения и параметра существуют числа d , $\delta \in (0, \delta_0]$ такие, что для любых $|\varphi_0| \leq \delta$, $F(t) \in C(d, k)$, $\varepsilon \in E(\delta)$, $\lambda \in \Lambda(\delta)$ система (1.2) имеет решение $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi^* + \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$, $\varphi^F(0, \varphi^* + \varphi_0, \lambda, \varepsilon) = \varphi^* + \varphi_0$, определенное на сегменте $[0, T]$, непрерывное на множестве $[0, T] \times \mathbf{R}^p \times \Lambda(\delta) \times E(\delta)$ и удовлетворяющее неравенству $|\varphi^F(t, \varphi^* + \varphi_0, \lambda, \varepsilon) - \varphi^*| \leq \delta_0$ для любого $t \in [0, T]$.

Далее для простоты рассуждений положим $\varphi^* = 0$.

Для системы уравнений (1.2) ставится задача – определить условия, при которых решение $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ системы (1.2) является T -периодическим.

Лемма 1. Пусть $\varphi_t' = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda', \varepsilon')$, $\varphi_t'' = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda'', \varepsilon'')$ – решения системы уравнений (1.2). Тогда при любом $t \in [0, T]$ и для любой фиксированной вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ выполнено неравенство

$$\|\varphi_t' - \varphi_t''\| \leq \Upsilon_1(\delta) |\lambda' - \lambda''| + \Upsilon_2(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''|. \quad (4)$$

Доказательство. Так как вектор-функция $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ является решением системы (1.2), то имеет место равенство $\dot{\varphi}_t = \mu(\varepsilon) + \Phi(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon)$.

Интегрируя его, получим $\int_0^t \dot{\varphi}_\xi d\xi = \int_0^t (\mu(\varepsilon) + \Phi(\xi, \varphi_\xi, F(\xi), \lambda, \varepsilon)) d\xi$.

Поскольку $\varphi^F(0, \varphi_0, \lambda, \varepsilon) = \varphi_0$, то $\varphi_t = \varphi_0 + \int_0^t (\mu(\varepsilon) + \Phi(\xi, \varphi_\xi, F(\xi), \lambda, \varepsilon)) d\xi$.

Тогда согласно условиям г) и д) при любых $\lambda', \lambda'' \in \Lambda(\delta)$ и $\varepsilon', \varepsilon'' \in E(\delta)$, при фиксированной $F(t) \in C(d, k)$ и любом $t \in [0, T]$ имеет место неравенство

$$\begin{aligned} \|\varphi'_t - \varphi''_t\| &\leq \int_0^t \|\Phi(\xi, \varphi'_\xi, F(\xi), \lambda', \varepsilon') + \mu(\varepsilon') - \Phi(\xi, \varphi''_\xi, F(\xi), \lambda'', \varepsilon'') - \mu(\varepsilon'')\| d\xi \leq \\ &\leq \int_0^t (\|\Phi(\xi, \varphi'_\xi, F(\xi), \lambda', \varepsilon') - \Phi(\xi, \varphi''_\xi, F(\xi), \lambda'', \varepsilon'')\| + \|\mu(\varepsilon') - \mu(\varepsilon'')\|) d\xi. \end{aligned}$$

Кроме того, $\|\mu(\varepsilon') - \mu(\varepsilon'')\| = \|B\varepsilon' + \Theta(\varepsilon') - B\varepsilon'' - \Theta(\varepsilon'')\| \leq (\|B\| + \tau(\delta))|\varepsilon' - \varepsilon''|$.

Возвращаясь к неравенству, получим:

$$\begin{aligned} \|\varphi'_t - \varphi''_t\| &\leq \int_0^t (c_1(\delta)\|\varphi'_\xi - \varphi''_\xi\| + c_2(\delta)|\lambda' - \lambda''| + c_3(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''| + (\|B\| + \tau(\delta))|\varepsilon' - \varepsilon''|) d\xi \leq \\ &\leq \int_0^t (c_1(\delta)\|\varphi'_\xi - \varphi''_\xi\| + c_2(\delta)|\lambda' - \lambda''| + c_3(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''| + (\|B\| + \tau(\delta))|\varepsilon' - \varepsilon''|) d\xi = \\ &= T[(c_3(\delta) + \|B\| + \tau(\delta))|\varepsilon' - \varepsilon''| + c_2(\delta)|\lambda' - \lambda''|] + \int_0^t c_1(\delta)\|\varphi'_\xi - \varphi''_\xi\| d\xi. \end{aligned}$$

Применяя лемму Гронуолла – Беллмана, имеем:

$$\|\varphi'_t - \varphi''_t\| \leq e^{c_1(\delta)T} T(c_2(\delta)|\lambda' - \lambda''| + (c_3(\delta) + \|B\| + \tau(\delta))|\varepsilon' - \varepsilon''|).$$

Пусть $\Upsilon_1(\delta) = e^{c_1(\delta)T} T c_2(\delta)$, $\Upsilon_2(\delta) = e^{c_1(\delta)T} T(c_3(\delta) + \|B\| + \tau(\delta))$.

Тогда $\|\varphi'_t - \varphi''_t\| \leq \Upsilon_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + \Upsilon_2(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''|$.

Лемма доказана.

2. Некритические случаи

В предположении, что $\mu(\varepsilon) = B\varepsilon + \Theta(\varepsilon)$, проблема определения условий существования ненулевого T -периодического решения системы (1.2) сводится к проблеме разрешимости системы уравнений вида

$$(B\varepsilon + \Theta(\varepsilon))T + \int_0^T \Phi(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon) dt = 0. \quad (5)$$

Теорема 1. Если $\text{rang} B = p$ и для системы уравнений (1.2) выполнены условия а)–г), то существуют числа δ_1, d такие, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ и любого фиксированного вектора $\lambda \in \Lambda(\delta_0)$

существует значение параметра $\varepsilon \in E(\delta_1)$, при котором решение системы уравнений (1.2) $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ является T -периодическим.

Доказательство теоремы проводится методом сжатых отображений.

В основе доказательства теоремы о существовании ненулевого периодического решения системы уравнений (1) лежит теорема 2.

Теорема 2. [8] Пусть:

1) K и Λ – замкнутые компактные множества некоторых линейных нормированных пространств, K – выпуклое множество;

2) на подмножестве множества $K \times \Lambda$ определен оператор T_λ такой, что для любого $x \in K$ существует единственное $\lambda \in \Lambda$, удовлетворяющее включению $T_\lambda x \in K$;

3) из того, что $x_n \rightarrow x_0$, $\lambda_n \rightarrow \lambda_0$, $y_n = T_{\lambda_n} x_n$, $y_n \rightarrow y_0$, следует $y_0 = T_{\lambda_0} x_0$.

Тогда существуют $x^* \in K$, $\lambda^* \in \Lambda$, такие, что $x^* = T_{\lambda^*} x^*$.

Учитывая, что $\varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ – T -периодическое решение системы (1.2) для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ при некотором значении параметра ε , и подставляя их в систему (1.1), получим систему уравнений вида

$$\dot{y} = [A(\lambda) + X(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon)]y. \quad (6)$$

Пусть $Y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$ – фундаментальная матрица решений системы (6), удовлетворяющая начальному условию $Y_F(0, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = E$, E – единичная матрица. Тогда решение $y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$, $y_F(0, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = \alpha$ системы (6) определится равенством

$$y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = Y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)\alpha, \quad (7)$$

где α – некоторый постоянный вектор.

Для того чтобы решение $y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$ системы (6) для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ было T -периодическим, необходимо и достаточно выполнения условия

$$(Y_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) - E)\alpha = 0.$$

Следует отметить, что равенство (7) при любом фиксированном $\lambda \in \Lambda(\delta)$ на множестве $C(d, k)$ определяет оператор

$$\Gamma(\lambda): F(t) \rightarrow y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon),$$

который любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ ставит в соответствие вектор-функцию $y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$.

Теорема 3. [8] Неподвижные точки оператора $\Gamma(\lambda)$ являются T -периодическими решениями системы дифференциальных уравнений (1.1), принадлежащими множеству $C(d, k)$.

Заметим, что для фундаментальной матрицы решений системы (6) справедливо представление $Y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = \bar{Y}(t, \lambda) + H_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$, в котором $\bar{Y}(t, \lambda)$ – фундаментальная матрица решений системы $\dot{x} = A(\lambda)x$, $\bar{Y}(0, \lambda) = E$, матрица $H_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$, $H_F(0, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = 0$, является решением системы дифференциальных уравнений вида

$$\dot{H}_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = [A(\lambda) + X(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon)] \cdot H_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) + X(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon) \cdot \bar{Y}(t, \lambda) \quad (8)$$

и определяется равенством

$$H_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = Y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) \int_0^t Y_F^{-1}(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon) X(\tau, \varphi_\tau, F(\tau), \lambda, \varepsilon) \bar{Y}(\tau, \lambda) d\tau, \quad (9)$$

причем $\lim_{d \rightarrow 0} H_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = 0$ равномерно относительно $t \in [0, T]$, $|\varphi_t| \leq \delta_0$, $\lambda \in \Lambda(\delta)$, $\varepsilon \in E(\delta)$, $F(t) \in C(d, k)$.

Далее предполагается, что при любом достаточно малом значении параметра $\lambda \in \Lambda(\delta)$ матрица $A(\lambda)$ имеет s действительных собственных значений $\gamma_l(\lambda)$, $l = 1, 2, \dots, s$, таких, что $\gamma_l(0) = 0$, $l = 1, 2, \dots, s$ и неособенным линейным преобразованием может быть сведена к матрице вида $A(\lambda) = \text{diag}\{L(\lambda), \gamma_1(\lambda), \gamma_2(\lambda), \dots, \gamma_s(\lambda)\}$, где $L(\lambda)$ – матрица, причем фундаментальная матрица $Y_L(t, \lambda)$ системы $\dot{y} = L(\lambda)y$ удовлетворяет неравенству $\det(Y_L(T, 0) - E) \neq 0$.

Установлено, что существует такая матрица $Q_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$, определитель которой отличен от нуля и не зависит от $T, \varphi_T, F(T), \lambda, \varepsilon$ [6] и что для любого вектора $\lambda \in \Lambda(\delta)$, любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ матрицу $(Y_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) - E)Q_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$ можно представить в виде матрицы, $(m - s)$ элементов последнего столбца которой равны нулю, а остальные имеют вид $\exp(\gamma_l(\lambda)T) - 1 + \beta_F^l(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$, $l = 1, 2, \dots, s$, $\lim_{d \rightarrow 0} \beta_F^l(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) = 0$ равномерно относительно $\lambda \in \Lambda(\delta)$, $\varepsilon \in E(\delta)$. Поэтому число $d > 0$ можно выбрать так, что при любом $d^* \leq d$ и любых $\lambda \in \Lambda(\delta)$, $\varepsilon \in E(\delta)$ $|\beta_F^l(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)| \leq q < 1$, $q > 0$ – некоторое число.

Тогда при условии, что вектор-функция $\gamma(\lambda) = (\gamma_1(\lambda), \gamma_2(\lambda), \dots, \gamma_s(\lambda))$ представлена в виде $\gamma(\lambda) = \gamma(0) + D\lambda + o(|\lambda|)$, где D – $s \times q$ -матрица, $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{o(|\lambda|)}{|\lambda|} = 0$, задача определения условий существования ненулевого T -периодического

решения системы (6) для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ сводится к задаче определения условий разрешимости нелинейного уравнения

$$D\lambda + o(|\lambda|) + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) = 0, \quad (10)$$

в котором $\phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) = \left(-\frac{1}{T} \ln(1 - \beta_F^1(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)), \dots, -\frac{1}{T} \ln(1 - \beta_F^s(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)) \right)$,

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) = 0.$$

Лемма 2. Пусть выполнено условие г). Тогда вектор-функция $\phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$ при фиксированном $F(t) \in C(d, k)$ на множестве $\Lambda(\delta) \times E(\delta)$ удовлетворяет условию Липшица по переменным λ, ε с постоянными $H_1(\delta), H_2(\delta)$, где $H_1(\delta) \rightarrow 0, H_2(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$.

Доказательство. Действительно, имеем

$$\|\phi_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon') - \phi_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')\| = \frac{1}{T} \left\| \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')) - \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')) \right\|.$$

Используя разложение функции $\ln(1-x)$ в ряд в окрестности точки $x=0$, получим:

$$\begin{aligned} & \left\| \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')) - \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')) \right\| = \\ & = \left\| -\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon') - \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')]^2}{2} - \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')]^3}{3} - \dots + \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') + \right. \\ & \left. + \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')]^2}{2} + \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')]^3}{3} + \dots \right\| = \left\| \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon') + \right. \\ & \left. + \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')]^2}{2} - \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')]^2}{2} + \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')]^3}{3} - \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')]^3}{3} + \dots \right\| = \\ & = \left\| (\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')) \cdot \left[1 + \frac{\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') + \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')}{2} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{[\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')]^2 + \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon') + [\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')]^2}{3} + \dots \right] \right\| \leq \\ & \leq \left\| \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon') \right\| \cdot \left\| 1 + \frac{\beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') + \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')}{2} + \dots \right\|. \end{aligned}$$

Поскольку величина $\beta_F^l(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$ ограниченная ($|\beta_F^l(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)| \leq q < 1$), то $\left\| \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon')) - \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'')) \right\| \leq (1 + \eta(\delta)) \cdot \left\| \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda', \varepsilon') - \beta_F^l(T, \varphi_T^l, \lambda'', \varepsilon'') \right\|$, где $\eta(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$.

Так как вектор-функция $t \rightarrow y = y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$ является решением системы

$$\dot{y} = (A(\lambda) + X(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon))y = (A(\lambda) + X_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon))y,$$

то при любом $t \in [0, T]$ выполняется равенство

$$\dot{y}_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = (A(\lambda) + X_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon))y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon).$$

Интегрируя это равенство, запишем

$$y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon) = \alpha + \int_0^t [A(\lambda) + X_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)]y_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)d\tau.$$

Пользуясь свойствами нормы и условием г), получим:

$$\begin{aligned} |y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)| &= \left| \alpha + \int_0^t [A(\lambda) + X_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)]y_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)d\tau \right| \leq \\ &\leq |\alpha| + \int_0^t \|A(\lambda) + X_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)\| |y_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)| d\tau \leq \\ &\leq |\alpha| + \int_0^t (\|A(\lambda)\| + \|X_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)\|) |y_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)| d\tau \leq \\ &\leq |\alpha| + \int_0^t (R + L) |y_F(\tau, \varphi_\tau, \lambda, \varepsilon)| d\tau. \end{aligned}$$

Тогда по лемме Гронуолла – Беллмана имеем

$$|y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)| \leq |\alpha| e^{(R+L)t}. \quad (11)$$

Рассмотрим решения системы (б):

$$y_F(t, \varphi'_t, \lambda', \varepsilon') = \alpha + \int_0^t [A(\lambda') + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')]y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')d\tau,$$

$$y_F(t, \varphi''_t, \lambda'', \varepsilon'') = \alpha + \int_0^t [A(\lambda'') + X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')]y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')d\tau.$$

Оценим их разность

$$\begin{aligned} \|y_F(t, \varphi'_t, \lambda', \varepsilon') - y_F(t, \varphi''_t, \lambda'', \varepsilon'')\| &= \left\| \int_0^t [A(\lambda') + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')]y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')d\tau - \right. \\ &\quad \left. - \int_0^t [A(\lambda'') + X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')]y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')d\tau \right\| = \\ &= \left\| \int_0^t (A(\lambda')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - A(\lambda'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') + \right. \\ &\quad \left. + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon''))d\tau \right\| \leq \\ &\leq \int_0^t \|A(\lambda')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - A(\lambda'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - \\ &\quad - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')\| d\tau = \\ &= \int_0^t (\|A(\lambda')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - A(\lambda')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') + A(\lambda')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') - A(\lambda'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') + \\ &\quad + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') + \\ &\quad + A(\lambda')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') - A(\lambda'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') + X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') - \\ &\quad - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')\| d\tau) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & +X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') \Big\| d\tau = \\
 & = \int_0^t \left(\|A(\lambda') [y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')] + y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') [A(\lambda') - A(\lambda'')] + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') \cdot \right. \\
 & \cdot [y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')] + y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') [X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')] \Big\| d\tau = \\
 & = \int_0^t \left(\| (A(\lambda') + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')) [y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')] + y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \{ [A(\lambda') - A(\lambda'')] + \right. \\
 & \quad \left. + [X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'')] \} \Big\| d\tau \leq \\
 & \leq \int_0^t \left(\| (A(\lambda') + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')) \| \cdot \| y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| + \| y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| \{ \| A(\lambda') - A(\lambda'') \| + \right. \\
 & \quad \left. + \| X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| \} \Big\| d\tau \leq \\
 & \leq \int_0^T \left(\| (A(\lambda') + X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon')) \| \cdot \| y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| + \| y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| \{ \| A(\lambda') - A(\lambda'') \| + \right. \\
 & \quad \left. + \| X_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - X_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| \} \Big\| d\tau .
 \end{aligned}$$

Учитывая условие г) и неравенство (11), получим:

$$\begin{aligned}
 & \| y_F(t, \varphi'_t, \lambda', \varepsilon') - y_F(t, \varphi''_t, \lambda'', \varepsilon'') \| \leq \int_0^T ([R+L] \| y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| + \\
 & + |\alpha| e^{(R+L)\tau} \{ r(\delta) |\lambda' - \lambda''| + l_1(\delta) |\varphi'_\tau - \varphi''_\tau| + l_2(\delta) |\lambda' - \lambda''| + l_3(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''| \} d\tau .
 \end{aligned}$$

Поскольку, согласно лемме 1, справедливо неравенство

$$|\varphi'_\tau - \varphi''_\tau| \leq \Upsilon_1(\delta) |\lambda' - \lambda''| + \Upsilon_2(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''| , \text{ то}$$

$$\begin{aligned}
 & \| y_F(t, \varphi'_t, \lambda', \varepsilon') - y_F(t, \varphi''_t, \lambda'', \varepsilon'') \| \leq \int_0^T ([R+L] \| y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| + \\
 & + |\alpha| e^{(R+L)\tau} \{ (r(\delta) + l_2(\delta)) |\lambda' - \lambda''| + l_1(\delta) (\Upsilon_1(\delta) |\lambda' - \lambda''| + \Upsilon_2(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''|) + l_3(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''| \} d\tau = \\
 & = \int_0^T ([R+L] \| y_F(\tau, \varphi'_\tau, \lambda', \varepsilon') - y_F(\tau, \varphi''_\tau, \lambda'', \varepsilon'') \| + \\
 & + |\alpha| e^{(R+L)\tau} \{ (r(\delta) + l_2(\delta) + l_1(\delta) \Upsilon_1(\delta)) |\lambda' - \lambda''| + (l_1(\delta) \Upsilon_2(\delta) + l_3(\delta)) |\varepsilon' - \varepsilon''| \} d\tau .
 \end{aligned}$$

Применяя лемму Гронуолла – Беллмана, имеем

$$\| y_F(t, \varphi'_t, \lambda', \varepsilon') - y_F(t, \varphi''_t, \lambda'', \varepsilon'') \| \leq |\alpha| T e^{2(R+L)T} \{ N_1(\delta) |\lambda' - \lambda''| + N_2(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''| \} ,$$

где $N_1(\delta) = r(\delta) + l_2(\delta) + l_1(\delta) \Upsilon_1(\delta)$, $N_2(\delta) = l_1(\delta) \Upsilon_2(\delta) + l_3(\delta)$.

Обозначая $|\alpha| T e^{2(R+L)T} N_1(\delta) = \Xi_1(\delta)$, $|\alpha| T e^{2(R+L)T} N_2(\delta) = \Xi_2(\delta)$, запишем

$$\| y_F(t, \varphi'_t, \lambda', \varepsilon') - y_F(t, \varphi''_t, \lambda'', \varepsilon'') \| \leq \Xi_1(\delta) |\lambda' - \lambda''| + \Xi_2(\delta) |\varepsilon' - \varepsilon''| .$$

Тем самым убеждаемся, что решение системы (6) (и, следовательно, элементы матрицы $Y_F(t, \varphi, \lambda, \varepsilon)$) на множестве $\Lambda(\delta) \times E(\delta)$ удовлетворяет условию Липшица по переменным λ, ε . Поскольку имеет место равенство (9), то при фиксированной вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ элементы

матрицы $H_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$ также на множестве $\Lambda(\delta) \times E(\delta)$ удовлетворяют условию Липшица по переменным λ, ε с постоянными $\vartheta_1(\delta), \vartheta_2(\delta), \vartheta_1(\delta) \rightarrow 0, \vartheta_2(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$, то есть выполняется неравенство

$$\|\beta_F^l(T, \varphi_T', \lambda', \varepsilon') - \beta_F^l(T, \varphi_T'', \lambda'', \varepsilon'')\| \leq \vartheta_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + \vartheta_2(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''|.$$

В итоге получаем

$$\begin{aligned} \|\ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T', \lambda', \varepsilon')) - \ln(1 - \beta_F^l(T, \varphi_T'', \lambda'', \varepsilon''))\| &\leq (1 + \eta(\delta))\{\vartheta_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + \vartheta_2(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''|\} = \\ &= \nu_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + \nu_2(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''|, \end{aligned}$$

где $\nu_1(\delta) \rightarrow 0, \nu_2(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$.

Таким образом,

$$\begin{aligned} \|\phi_F(T, \varphi_T', \lambda', \varepsilon') - \phi_F(T, \varphi_T'', \lambda'', \varepsilon'')\| &\leq \frac{1}{T}\{\nu_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + \nu_2(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''|\} = \\ &= H_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + H_2(\delta)|\varepsilon' - \varepsilon''|, \end{aligned}$$

в котором $H_1(\delta) \rightarrow 0, H_2(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$. Следовательно, вектор-функция $\phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$ удовлетворяет условию Липшица по переменным λ и ε с постоянными $H_1(\delta) \rightarrow 0, H_2(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$. Лемма доказана.

Теорема 4. Пусть:

- 1) система уравнений (1) удовлетворяет условиям а)–д);
- 2) в условии г) $\text{rang} B = p$;
- 3) вектор-функция $\gamma(\lambda)$ представлено в виде $\gamma(\lambda) = D\lambda + o(|\lambda|)$, где $D - s \times q$ -матрица, вектор-функция $o(|\lambda|)$ удовлетворяет условию Липшица по λ с постоянной $p(\delta), p(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$;
- 4) $\text{rang} D = s$.

Тогда существуют число $d > 0$ и значение параметра $\nu^* = (\lambda^*, \varepsilon^*)$ такие, что система уравнений (1) имеет ненулевое T -периодическое решение из класса $C(d, k)$.

Доказательство. Рассмотрим второе уравнение в системе (1). Для того чтобы решение $\varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ системы (1.2) было T -периодическим, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось равенство

$$\mu(\varepsilon)T + \int_0^T \Phi(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon) dt = 0. \quad (12)$$

Согласно условию г) и условию 2) теоремы, равенство (12) примет вид

$$\varepsilon_1 = -B_1^{-1}(B_2\varepsilon_2 + \frac{1}{T} \int_0^T [\Phi(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon) + \Theta(\varepsilon)] dt), \quad (13)$$

где B_1 – неособенная $p \times p$ -матрица, B_2 – $p \times (l-p)$ -матрица, $\varepsilon = colon(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$, ε_1 – p -мерный вектор, ε_2 – $(l-p)$ -мерный вектор.

Тогда по теореме 1 существуют числа $d > 0, \delta_1 > 0$ такие, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ и любого фиксированного $\lambda \in \Lambda(\delta_0)$ существует значение параметра $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2) \in E(\delta_1)$, где ε_1 – единственная неподвижная точка оператора, определенного равенством (11) для фиксированного ε_2 , при котором решение $\varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ системы (1.2) является T -периодическим.

Таким образом, определена вектор-функция $\varepsilon = \Psi(F, \lambda)$, являющаяся неподвижной точкой оператора Γ при фиксированном λ , то есть $\Gamma \varepsilon = \varepsilon$. Меняя λ , будет меняться ε . Следовательно, ε – функция от λ .

Докажем, что $\varepsilon(\lambda)$ удовлетворяет условию Липшица по переменной λ .

Действительно,

$$|\varepsilon(\lambda_1) - \varepsilon(\lambda_2)| = |\Gamma_F(\lambda_1)\varepsilon(\lambda_1) - \Gamma_F(\lambda_2)\varepsilon(\lambda_2)| = |\Gamma_F(\lambda_1)\varepsilon(\lambda_1) - \Gamma_F(\lambda_1)\varepsilon(\lambda_2) + \Gamma_F(\lambda_1)\varepsilon(\lambda_2) - \Gamma_F(\lambda_2)\varepsilon(\lambda_2)| \leq \eta_1 |\varepsilon(\lambda_1) - \varepsilon(\lambda_2)| + \eta_2 |\lambda_1 - \lambda_2|,$$

или

$$|\varepsilon(\lambda_1) - \varepsilon(\lambda_2)| \leq \eta_1 |\varepsilon(\lambda_1) - \varepsilon(\lambda_2)| + \eta_2 |\lambda_1 - \lambda_2|.$$

Откуда получаем

$$|\varepsilon(\lambda_1) - \varepsilon(\lambda_2)| \leq \frac{\eta_2}{1 - \eta_1} |\lambda_1 - \lambda_2|.$$

Фиксируем вектор-функцию $F(t)$ из некоторого класса $C(d, k)$. Подставив решение $\varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ и вектор-функцию $F(t) \in C(d, k)$ и вектор $\varepsilon(\lambda)$ в систему (1.1), получим систему (6), решением которой является вектор-функция $y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$, определенная равенством (7).

Для того чтобы вектор-функция $y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$ была T -периодическим решением системы (6), достаточно, чтобы вектор λ удовлетворял равенству

$$D\lambda + o(|\lambda|) + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda)) = 0. \quad (14)$$

Так как по условию теоремы $\text{rang} D = s$, то для простоты рассуждений будем считать, что матрицу D можно представить в виде: $D = [\Delta_1, \Delta_2]$, $\det \Delta_1 \neq 0$. Матрица D размерности $s \times q$, $\Delta_1 - s \times s$, $\Delta_2 - s \times (q-s)$.

Пусть $\lambda = colon(\lambda_1, \lambda_2)$, где $\lambda_1 - s$ -мерный вектор, $\lambda_2 - q-s$ -мерный вектор.

Тогда уравнение (14) примет вид

$$\Delta_1 \lambda_1 + \Delta_2 \lambda_2 + o(|\lambda|) + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda)) = 0. \quad (15)$$

Поскольку матрица Δ_1 неособенная, то уравнение (15) можно представить в виде

$$\lambda_1 = -\Delta_1^{-1}(\Delta_2\lambda_2 + o(|\lambda|) + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda))).$$

Определим оператор S равенством

$$S\lambda_1 = -(\Delta_1)^{-1}(\Delta_2\lambda_2 + o(|\lambda|) + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda))).$$

Докажем, что оператор S имеет единственную неподвижную точку, то есть существует единственный вектор λ_1 , такой, что $S\lambda_1 = \lambda_1$.

Так как $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{o(|\lambda|)}{|\lambda|} = 0$, то выберем такое число $\delta_1 > 0$, что при всех $|\lambda| \leq \delta_1$ выполняется неравенство

$$\|o(|\lambda|)\| \leq \frac{\delta_1}{3\|\Delta_1^{-1}\|}.$$

Тогда для любого λ , такого, что $|\lambda| \leq \delta_1$ справедливо неравенство

$$\|\Delta_1^{-1}o(|\lambda|)\| \leq \frac{1}{3}\delta_1. \quad (16)$$

Из того, что $\lim_{\lambda_2 \rightarrow 0} (\Delta_2\lambda_2) = 0$, следует существование такого числа δ' , что $|\lambda_2| \leq \delta' \leq \delta_1$ и

$$\|\Delta_1^{-1}\Delta_2\lambda_2\| \leq \frac{1}{3}\delta_1. \quad (17)$$

Обозначим $\Lambda_1(\delta_1) = \{\lambda_1 : |\lambda_1| \leq \delta_1\}$.

Зафиксируем $|\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1$.

Согласно условию $\lim_{d \rightarrow 0} \beta_F^d(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) = 0$ равномерно относительно λ , тогда число d выберем таким образом, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ имеет место неравенство

$$\|\Delta_1^{-1}\phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda))\| \leq \frac{1}{3}\delta_1. \quad (18)$$

Учитывая неравенства (16)–(18) получим, что для любых λ_1 , таких, что $|\lambda_1| \leq \delta_1$, $F(t) \in C(d, k)$ и фиксированных $|\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1$

$$\begin{aligned} \|S\lambda_1\| &= \|\Delta_1^{-1}(o(|\lambda|) + \Delta_2\lambda_2 + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda)))\| \leq \|\Delta_1^{-1}o(|\lambda|)\| + \|\Delta_1^{-1}\Delta_2\lambda_2\| + \\ &+ \|\Delta_1^{-1}\phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon(\lambda))\| \leq \frac{1}{3}\delta_1 + \frac{1}{3}\delta_1 + \frac{1}{3}\delta_1 = \delta_1. \end{aligned}$$

Таким образом, для фиксированных $|\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1$ и для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ оператор S отображает множество $\Lambda_1(\delta_1)$ в себя.

Докажем, что оператор S является сжимающим на множестве $\Lambda_1(\delta_1)$ при фиксированных

$$F(t) \in C(d, k) \text{ и } |\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1.$$

Возьмем произвольным образом $\lambda_1', \lambda_1'' \in \Lambda_1(\delta_1)$. Пусть $\lambda' = colon(\lambda_1', \lambda_2^*)$, $\lambda'' = colon(\lambda_1'', \lambda_2^*)$.

Согласно условию 3) теоремы и лемме 1 на множестве $\Lambda_1(\delta_1)$ справедливы неравенства:

$$\begin{aligned} & \|o(|\lambda'|) - o(|\lambda''|)\| \leq p(\delta)|\lambda' - \lambda''|, \\ & \|\phi_F(T, \varphi_T, \lambda', \varepsilon(\lambda')) - \phi_F(T, \varphi_T, \lambda'', \varepsilon(\lambda''))\| \leq H_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + H_2(\delta)|\varepsilon(\lambda') - \varepsilon(\lambda'')| \leq \\ & \leq H_1(\delta)|\lambda' - \lambda''| + H_2(\delta) \frac{\eta_2}{1 - \eta_1} |\lambda' - \lambda''| = \left(H_1(\delta) + H_2(\delta) \frac{\eta_2}{1 - \eta_1} \right) |\lambda' - \lambda''| = \bar{H}(\delta)|\lambda' - \lambda''|, \end{aligned}$$

где $p(\delta) \rightarrow 0$, $\bar{H}(\delta) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$.

Выберем число δ_1 таким образом, чтобы для любого $\delta \in (0, \delta_1]$ имело место неравенство $\|\Delta_1^{-1}\|(p(\delta) + \bar{H}(\delta)) \leq \beta < 1$.

Тогда для любых $\lambda_1', \lambda_1'' \in \Lambda_1(\delta_1)$ при фиксированных $F(t) \in C(d, k)$ и $|\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1$ выполняется неравенство

$$\|S\lambda_1' - S\lambda_1''\| \leq \|\Delta_1^{-1}\| \cdot (\bar{H}(\delta) + p(\delta)) \cdot \|\lambda' - \lambda''\| \leq \beta \|\lambda' - \lambda''\| = \beta \|\lambda_1' - \lambda_1''\|, \text{ где } \beta < 1.$$

То есть оператор S при фиксированных $F(t) \in C(d, k)$ и $|\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1$ является сжимающим на множестве $\Lambda_1(\delta_1)$.

Таким образом, мы установили, что существуют числа δ_1 и d такие, что для любой фиксированной вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ и для любого фиксированного $|\tilde{\lambda}_2| \leq \delta_1$ оператор S переводит замкнутое ограниченное выпуклое множество $\Lambda_1(\delta_1)$ в себя и является сжимающим оператором. По теореме Банаха оператор S имеет единственную неподвижную точку во множестве $\Lambda_1(\delta_1)$, являющуюся решением уравнения (10), то есть существует единственный вектор $\tilde{\lambda}_1 : |\tilde{\lambda}_1| \leq \delta_1$ такой, что $S\tilde{\lambda}_1 = \tilde{\lambda}_1$.

Это означает, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ существует единственный вектор $\tilde{\lambda} \in \Lambda(\delta_1)$, $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2)$, где $\tilde{\lambda}_1$ – единственная неподвижная точка оператора S , координаты $\tilde{\lambda}_2$ – фиксированные. При таком векторе m -й столбец матрицы $(Y_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) - E) \cdot Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))$ обращается в нуль.

Пусть c – m -мерный вектор, первые $(m-1)$ -координаты которого равны нулю, а m -координата отлична от нуля. Тогда

$$(Y_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) - E) \cdot Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))c = 0.$$

Положив $\alpha = Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))c$, получим, что выполняется равенство $(Y_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) - E)\alpha = 0$.

Следовательно, $y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) = Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) \cdot Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))c$ — T -периодическое решение системы (6). А так как $c \neq 0$, то это решение является ненулевым.

Кроме того, функция $y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))$, где $t \in [0, T], |\varphi_t| \leq \delta_0, \tilde{\lambda} \in \Lambda(\delta_1)$, определяемая равенством (7), принадлежит множеству $C(d, k)$. Действительно,

$$\begin{aligned} \|y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| &= \|Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) \cdot Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) \cdot c\| \leq \\ &\leq \|Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot \|Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot |c|. \end{aligned}$$

Поскольку величины $Y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon)$ и $Q_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon)$ ограниченные, то

$$\|Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) \cdot Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \leq \|Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot \|Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| = P,$$

где $P = \sup_{t \in [0, T]} \|Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot \sup_{|z| \leq 1} \|Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))z\|$. Тогда

$$\|y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \leq \|Y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot \|Q_F(T, \varphi_T, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot |c| \leq Pc.$$

Кроме того,

$$\|\dot{y}_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \leq (\|A(\tilde{\lambda})\| + \|X(t, \varphi_t, F(t), \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\|) \cdot \|y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \leq (R+L)Dc.$$

Следовательно, за счет выбора вектора c можно добиться выполнения неравенств $Pc \leq d, (R+L)Pc \leq \kappa$.

По теореме Лагранжа о среднем значении имеем

$$\|y_F(t', \varphi_{t'}, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) - y_F(t'', \varphi_{t''}, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \leq \|\dot{y}_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))\| \cdot |t' - t''| \leq \kappa |t' - t''|,$$

что окончательно доказывает принадлежность функции $y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))$ классу $C(d, k)$.

Матрица $X(t, \varphi_t, F(t), \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda}))$ равномерно относительно $t \in [0, T]$ и $|\varphi_t| \leq \delta_0$ непрерывна на множестве $C(d, k) \times \Lambda(\delta_1)$, матрица $A(\tilde{\lambda})$ непрерывна на множестве $\Lambda(\delta_1)$. Поэтому оператор $\Gamma(\lambda)$, определенный равенством (7), непрерывен на множестве $C(d, k) \times \Lambda(\delta_1)$ и при любых

$$(F(t), \lambda, \varepsilon(\lambda)) \in C(d, k) \times \Lambda(\delta_1) \quad \Gamma(\lambda)F(t) = y_F(t, \varphi_t, \lambda, \varepsilon(\lambda)).$$

Таким образом, получаем, что существуют числа $d > 0, \delta_1 > 0$ такие, что на множестве $C(d, k) \times \Lambda(\delta_1)$ оператор $\Gamma(\lambda)$ непрерывен и для любой вектор-

функции $F(t) \in C(d, k)$ существует единственный вектор $\tilde{\lambda} \in \Lambda(\delta_1)$, удовлетворяющий соотношению $\Gamma(\tilde{\lambda})F(t) = y_F(t, \varphi_t, \tilde{\lambda}, \varepsilon(\tilde{\lambda})) \in C(d, k)$. Тогда по теореме 2 существуют вектор-функция $F^*(t) \in C(d, k)$ и вектор $\lambda^* \in \Lambda(\delta_1)$ такие, что $F^*(t)$ – неподвижная точка оператора $\Gamma(\lambda^*)$, то есть $F^*(t) = Y_{F^*}(t, \varphi_t, \lambda^*, \varepsilon(\lambda^*)) \cdot \alpha$. Так как $F^*(t) = Y_{F^*}(t, \varphi_t, \lambda^*, \varepsilon(\lambda^*)) \cdot \alpha$, $\alpha = Q_{F^*}(T, \varphi_T, \lambda^*, \varepsilon(\lambda^*)) \cdot c \neq 0$, то по теореме 3 $F^*(t)$ – ненулевое T -периодическое решение системы (1.1) при $\lambda = \lambda^*$.

В итоге получаем, что существует такое значение параметра $\nu^* = (\lambda^*, \varepsilon^*)$, где $\varepsilon^* = \varepsilon(\lambda^*)$, что $F^*(t) = Y_{F^*}(t, \varphi_t, \lambda^*, \varepsilon^*) \cdot Q_{F^*}(t, \varphi_t, \lambda^*, \varepsilon^*) \cdot c$ – T -периодическое решение системы дифференциальных уравнений (1), то есть $F^*(t)$ – решение уравнения $\dot{x} = [A(\lambda) + X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon)]x$, $\varphi = \varphi^x(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ при $\nu = \nu^*$. Теорема доказана.

3. Критические случаи

Предположим, что в условии д) вектор-функция $\Theta(\varepsilon)$ представлена равенством $\Theta(\varepsilon) = f_k(\varepsilon) + o(|\varepsilon|^k)$, где $f_k(\varepsilon)$ – вектор-форма порядка k относительно вектора ε , $k \geq 2$. Тогда уравнение (5) можно записать как

$$B\varepsilon + f_k(\varepsilon) + o(|\varepsilon|^k) + g_F(\varphi, \lambda, \varepsilon) = 0, \quad (19)$$

$$\text{где } \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{o(|\varepsilon|^k)}{|\varepsilon|^k} = 0, \quad g_F(\varphi_t, \lambda, \varepsilon) = \frac{1}{T} \int_0^T \Phi(t, \varphi_t, F(t), \lambda, \varepsilon) dt.$$

Пусть $\text{rang} B = r_1, 0 < r_1 < p$. Элементарными преобразованиями системы (19) и заменой переменных $\varepsilon = \rho e$, $\rho > 0$, $e(|e| \leq \sigma_1)$, $\sigma_1 > 1$ система (19) сведется к системе вида

$$N(e) + O(\rho|e|) + h_F(\rho, \varphi_t, \lambda, e) = 0, \quad (20)$$

где $N(e) = \text{colon}(B'e, f_k''(e))$ – вектор-форма, B' – матрица, $\lim_{\rho \rightarrow 0} O(\rho|e|) = 0$ равномерно относительно $e(|e| \leq \sigma_1)$, $\lim_{\rho \rightarrow 0} h_F(\rho, \varphi_t, \lambda, e) = 0$.

Теорема 5. Если $N(e) \neq 0$ при любом $e(|e|=1)$, то существует число $d > 0$ такое, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$, любого фиксированного вектора $\lambda \in \Lambda(\delta_0)$ в любой окрестности точки $\varepsilon = 0$ существует множество, для любой точки ε которого решение $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ системы уравнений (1.2) не является T -периодическим решением.

Доказательство. Пусть для любого $e(|e|=1)$ вектор-форма $N(e) \neq 0$. Так как $|N(e)|$ – непрерывная вектор-функция на замкнутом и ограниченном множестве $\{e: |e|=1\}$, то по теореме Вейерштрасса существует число $m > 0$ такое, что для любого вектора $e(|e|=1)$ $|N(e)| \geq m$.

Поскольку $\lim_{\rho \rightarrow 0} O(\rho|e|) = 0$ равномерно относительно $e(|e|=1)$, то существует число $\rho_0 > 0$ такое, что для любых $e \in \{e: |e|=1\}$, $\rho \in (0, \rho_0]$ выполняется неравенство $|O(\rho|e)| \leq \frac{m}{3}$.

Зафиксируем $\tilde{\rho} < \rho_0$.

Согласно условию г) $\lim_{x \rightarrow 0} \Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = 0$ равномерно относительно $t, \varphi, \lambda, \varepsilon$. Тогда число $d > 0$ выберем таким образом, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ справедливо

$$|h_F(\tilde{\rho}, \varphi_t, \lambda, e)| < \frac{m}{3}.$$

Следовательно, для любого $e(|e|=1)$, любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ и фиксированного $\tilde{\rho} < \rho_0$ имеет место неравенство

$$|N(e) + O(\tilde{\rho}|e|) + h_F(\tilde{\rho}, \varphi_t, \lambda, e)| \geq |N(e)| - |O(\tilde{\rho}|e|)| - |h_F(\tilde{\rho}, \varphi_t, \lambda, e)| \geq m - \frac{m}{3} - \frac{m}{3} = \frac{m}{3} > 0.$$

Это значит, что при любых $F(t) \in C(d, k)$, $\rho = \tilde{\rho}$ на множестве $\{e: |e|=1\}$ нет ненулевых решений системы уравнений (20).

Таким образом установлено, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$ на множестве $G = \{\varepsilon: \varepsilon = \tilde{\rho}e, |e|=1, \tilde{\rho} < \rho_0\}$ нет ненулевых решений системы (19).

А это означает, что существует число $d > 0$ такое, что для любой вектор-функции $F(t) \in C(d, k)$, любого фиксированного вектора $\lambda \in \Lambda(\delta_0)$ и любого вектора $\varepsilon \in G$ решение $t \rightarrow \varphi_t = \varphi^F(t, \varphi_0, \lambda, \varepsilon)$ системы (1.2) не является T -периодическим решением. Теорема доказана.

Таким образом, необходимым условием существования T -периодического решения системы (1.2) является наличие такого вектора $e^* (|e^*|=1)$, что $N(e^*) = 0$.

Если необходимое условие выполнено, то, раскладывая вектор-функцию $f_k''(e)$ в окрестности точки $e = e^*$ по формуле Тейлора и вводя замены переменных $e - e^* = z, |z| \leq \sigma_2, \sigma_2 > 0$ – некоторое число, получим систему уравнений

$$Sz + \sum_{j=2}^k P_j(e^*, z) + \tilde{O}(\rho|z+e^*|) + h_F(\rho, \varphi_t, \lambda, z+e^*) = 0, \quad (21)$$

в которой $S = colon(B', D(e^*))$ – матрица, $rang B' = r_1$, $D(e^*)$ – значение матрицы Якоби вектор-формы $f_k^n(e)$ в точке $e^* (|e^*|=1)$, $P_j(e^*, z)$ – вектор-форма порядка j относительно вектора z .

Теорема 6. Пусть:

- 1) система уравнений (1) удовлетворяет условиям а)–д);
- 2) в системе уравнений (21) $rang S = p$;
- 3) выполнены условия 3) и 4) теоремы 4.

Тогда существуют число $d > 0$ и значение параметра $v^* = (\lambda^*, \varepsilon^*)$ такие, что система уравнений (1) имеет ненулевое T -периодическое решение из класса $C(d, k)$.

Доказательство теоремы аналогично доказательству теоремы 4.

Аналогично исследуется случай, когда $rang B = 0$ [1].

Далее пусть в системе (10) $rang D = r_2, 0 < r_2 < s$.

В этом случае предполагается, что вектор-функция $\gamma(\lambda)$ представлена в виде

$$\gamma(\lambda) = D\lambda + b_k(\lambda) + o(|\lambda|^k), \quad (22)$$

где $b_k(\lambda)$ – вектор-форма порядка k относительно вектора λ , $k \geq 2$, $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{o(|\lambda|^k)}{|\lambda|^k} = 0$.

Элементарными преобразованиями системы

$$D\lambda + b_k(\lambda) + o(|\lambda|^k) + \phi_F(T, \varphi_T, \lambda, \varepsilon) = 0 \quad (23)$$

и заменой переменных $\lambda = \rho u$, $\rho > 0$, $|u| \leq \sigma_3$, $\sigma_3 > 1$ – некоторое число, данная система (23) сведется к системе

$$P(u) + O(\rho|u|) + \phi_F^*(\rho, \varphi_T, u, \varepsilon) = 0, \quad (24)$$

где $P(u) = colon(\Delta' u, b_k^n(u))$ – вектор-форма, Δ' – матрица, $\lim_{\rho \rightarrow 0} O(\rho|u|) = 0$ равномерно относительно $u (|u| \leq \sigma_3)$, $\lim_{d \rightarrow 0} \phi_F^*(\rho, \varphi_T, u, \varepsilon) = 0$.

Теорема 7. Если $P(u) \neq 0$ при любом векторе $u (|u|=1)$, то существует число $d > 0$ такое, что при любой $F(t) \in C(d, k)$ в любой окрестности точки $\lambda = 0$ имеется множество, в котором нет ненулевых решений системы уравнений (23).

Доказательство теоремы аналогично доказательству теоремы 5.

Таким образом, необходимое условие существования ненулевого решения уравнения (23) определяется наличием вектора $u^* (|u^*|=1)$ такого, что $P(u^*)=0$.

Разложив вектор-функцию $b_k''(u)$ в окрестности точки $u = u^*$ по формуле Тейлора, получим

$$b_k''(u) = D(b_k''(u^*))(u - u^*) + \sum_{j=2}^k \bar{p}_j(u^*, u - u^*),$$

где $D(b_k''(u^*))$ – значение матрицы Якоби вектор-формы $b_k''(u)$, вычисленное в точке u^* , $\bar{p}_j(u^*, u - u^*)$ – вектор-форма порядка j относительно вектора $u - u^*$.

Введем замену переменных $u - u^* = \chi$, $|\chi| \leq \sigma_4$, $\sigma_4 > 0$ – некоторое число.

Тогда получим систему уравнений

$$L\chi + \sum_{j=2}^k \bar{P}_j(u^*, \chi) + \tilde{O}(\rho|\chi + u^*|) + p_F(\rho, \varphi_T, \chi + u^*, \varepsilon) = 0, \quad (25)$$

в которой $L = colon(\Delta', D(b_k''(u^*)))$ – матрица.

Теорема 8. Пусть:

1) для системы уравнений (1) выполнены условия а)–д);

2) в условии д) $rang B = p$;

3) вектор-функция $\gamma(\lambda)$ представлена в виде $\gamma(\lambda) = D\lambda + b_k(\lambda) + o(|\lambda|^k)$,

где $rang D = r < s$, вектор-функция $o(|\lambda|^k)$ удовлетворяет условию Липшица по λ с постоянной $\bar{p}(\lambda)$, $\bar{p}(\lambda) \rightarrow 0$ при $\delta \rightarrow 0$;

4) $rang L = s$.

Тогда существуют число $d > 0$ и значение параметра $\tilde{v} = (\tilde{\lambda}, \tilde{\varepsilon})$ такие, что система уравнений (1) имеет ненулевое T -периодическое решение из класса $C(d, k)$.

Доказательство теоремы аналогично доказательству теоремы 4.

Теорема 9. Пусть:

1) для системы уравнений (1) выполнены условия а)–д);

2) в системе уравнений (21) $rang S = p$;

3) выполнены условия 3) и 4) теоремы 8.

Тогда существуют число $d > 0$ и значение параметра $\tilde{v} = (\tilde{\lambda}, \tilde{\varepsilon})$ такие, что система уравнений (1) имеет ненулевое T -периодическое решение из класса $C(d, k)$.

Доказательство теоремы аналогично доказательству теоремы 4.

Случай, когда $\text{rang} D = 0$, исследуется аналогично [2].

Замечание. Если в уравнении (1.2) $\mu(\varepsilon) \equiv 0$ на множестве $E(\delta)$, то, предполагая, что $\int_0^T \Phi(t, \varphi, F(t), \lambda, \varepsilon) dt = 0$ определяет функцию $\varepsilon = \varepsilon_F(\lambda, \varphi_0)$ на множестве $|\lambda| \leq \delta$, $|\varphi_0| \leq \delta$, получим, что вышеизложенная теория остается справедливой.

Пример.

Рассмотрим систему вида

$$\begin{cases} \dot{x} = (A(\lambda) + X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon))x, \\ \dot{\varphi} = \mu(\varepsilon) + \Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon), \end{cases} \quad (26)$$

в которой

$$A(\lambda) = \begin{bmatrix} 1 + \lambda_4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2\lambda_1 - \lambda_2 + 3\lambda_2^2 + \lambda_3^3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_2 - \lambda_3 + 3\lambda_3^2 + 4\lambda_1\lambda_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_1 - \frac{1}{2}\lambda_2 + 2\lambda_1\lambda_2 - \lambda_3^2 + \lambda_1^3 \end{bmatrix},$$

$$X(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = \begin{bmatrix} x_2\lambda_1 \sin t & x_1x_2\varepsilon_1 & x_2x_3(\cos t + \sin \varphi_1) & x_1\lambda_1^2\varepsilon_2 \\ x_4\lambda_2 \cos t & x_2x_3\varepsilon_2 & x_1x_3(\sin t + \cos \varphi_2) & x_2\lambda_2^2\varepsilon_1 \\ x_1\lambda_3 \sin \varphi_1 & x_3x_4\varepsilon_1\varepsilon_2 & x_2x_4(\cos t + \cos \varphi_2) & x_3\lambda_3^2\varepsilon_1^2 \\ x_2\lambda_1\lambda_4 \cos \varphi_2 & x_1x_4\varepsilon_1^2 & x_1x_2(\sin t + \sin \varphi_1) & x_4\lambda_4\varepsilon_2^2 \end{bmatrix},$$

$$\mu(\varepsilon) = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 + \varepsilon_2^6 \\ \varepsilon_2 + \varepsilon_1^6 \end{pmatrix}, \quad \Phi(t, \varphi, x, \lambda, \varepsilon) = \begin{pmatrix} x_1\lambda_1(1 + \cos t) + x_2^2\lambda_2\varepsilon_1 + x_3x_4\varepsilon_2 \sin \varphi_1 \\ x_2\lambda_3(1 - \sin t) + x_3^2\lambda_4\varepsilon_2 + x_1x_4\varepsilon_2 \cos \varphi_2 \end{pmatrix},$$

причем $\mu(0) = 0$, $\Phi(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$, $X(t, \varphi, 0, \lambda, \varepsilon) = 0$.

Можно убедиться, что система (26) удовлетворяет условиям а)–д).

Определим условия, при которых система (26) имеет ненулевое T -периодическое решение.

Для вектор-функции $\mu(\varepsilon)$ справедливо представление

$$\mu(\varepsilon) = B\varepsilon + \Theta(\varepsilon) = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 + \varepsilon_2^6 \\ \varepsilon_2 + \varepsilon_1^6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_2^6 \\ \varepsilon_1^6 \end{pmatrix},$$

в котором $B = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ – неособенная матрица.

Матрица $A(\lambda)$ имеет вид $A(\lambda) = \text{diag}\{L(\lambda), \gamma_1(\lambda), \gamma_2(\lambda), \gamma_3(\lambda)\}$, где $L(\lambda) = 1 + \lambda_4$, $\gamma_1(0), \gamma_2(0), \gamma_3(0)$ – нулевые собственные числа.

Для вектор-функции

$$\gamma(\lambda) = \left(2\lambda_1 - \lambda_2 + 3\lambda_2^2 + \lambda_3^3, \lambda_2 - \lambda_3 + 3\lambda_3^2 + 4\lambda_1\lambda_2^2, \lambda_1 - \frac{1}{2}\lambda_2 + 2\lambda_1\lambda_2 - \lambda_3^2 + \lambda_1^3 \right)$$

выполняется равенство $\gamma(\lambda) = D\lambda + o(|\lambda|)$, в котором $D = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\text{rang} D = 2 < 3$.

Кроме того, $\gamma(\lambda) = D\lambda + b_2(\lambda) + o(|\lambda|^2)$, где $b_2(\lambda) = \begin{pmatrix} 3\lambda_2^2 \\ 3\lambda_3^2 \\ 2\lambda_1\lambda_2 - \lambda_3^2 \end{pmatrix}$ – вектор-

форма 2-го порядка относительно вектора λ .

Введем замену переменных $\lambda = \rho u$, $\rho > 0$.

Тогда, согласно теории пункта 3, получим матрицу $P(u) = \text{colon}(D^* u, b_2''(u))$,

где $D^* = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$, $b_2''(u) = 2u_1u_2 - u_3^2$.

Путем непосредственной проверки можно убедиться, что при $u^* = \left(\frac{1}{2}, 1, 1, \frac{1}{4}\right)$, $|u^*| = 1$ выполнены равенства $D^* u^* = 0$, $b_2''(u^*) = 0$.

Разложив вектор-функцию $b_2''(u)$ в окрестности точки $u = u^*$ по формуле Тейлора, имеем

$D(u^*) = [2 \ 1 \ -2 \ 0]$ – значение матрицы Якоби вектор-формы $b_2''(u)$, вычисленное в точке u^* .

Ссылаясь на рассуждения пункта 3, получим $L = \text{colon}(D^*, D(u^*))$, то есть

$$L = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 2 & 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}, \text{rang} L = 3.$$

Таким образом, убеждаемся, что выполнены все условия теоремы 8, где $\text{rang} B = 2$, $\text{rang} D = 2 < 3$ и $\text{rang} L = 3$. Следовательно, существует значение параметра $\tilde{v} = (\tilde{\lambda}, \tilde{\varepsilon})$, при котором система (26) имеет ненулевое T -периодическое решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баева, О.В. Об условиях существования и отсутствия периодических решений системы дифференциальных уравнений, зависящих от параметра // Информатика и прикладная математика : межвуз. сб. науч. тр. / Ряз. гос. ун-т. – Рязань, 2006. – С. 25–29.
2. Баева, О.В. Условия существования периодических решений системы дифференциальных уравнений с параметром // Современные проблемы математики, механики, информатики : тез. докл. Международной научной конференции / Тул. гос. ун-т. – Тула, 2006. – С. 16–18.
3. Бибииков, Ю.Н. Многочастотные нелинейные колебания и их бифуркации. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. – 143 с.
4. Боголюбов, Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. – М.: Физматиз, 1955. – 447 с.
5. Волков, Д.Ю. Бифуркация инвариантных торов из состояния равновесия при наличии нулевых характеристических чисел // Вестник ЛГУ. – Сер. 1. – 1988. – Вып. 2. – № 8. – С. 102–103.
6. Гантмахер, Ф.Р. Теория матриц. – М. : ГИТТЛ, 1953. – 492 с.
7. Демидович, Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. – М. : Наука, 1967. – 472 с.
8. Терехин, М.Т. Бифуркация периодических решений функционально-дифференциальных уравнений // Известия высших учебных заведений. Математика. – 1999. – № 10 (449). – С. 37–42.

Н.В. Конёнков Н.В, М.Н. Махмудов, В.А. Степанов

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

КВАДРУПОЛЬНОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Принцип работы квадрупольного фильтра масс

Квадрупольный фильтр масс (КФМ) относится к анализаторам динамического типа и принципы его работы изложены во многих книгах по масс-спектрометрии [2; 4; 6; 8; 27; 31; 35; 36; 47]. Рассмотрим физические принципы работы, необходимые нам в дальнейшем.

Разделение ионов по удельным зарядам состоит в том, что при прохождении ионов через область постоянного и переменного электрических полей часть ионов может иметь ограниченную амплитуду колебаний, в то время как амплитуда колебаний другой части неограниченно возрастает со временем. Ионы с ограниченной амплитудой попадают на детектор, и их интенсивность (ток ионов) регистрируется. Таким образом, анализатор указанного типа представляет собой фильтр массы ионов. Перестройка полосы пропускания по массам

ионов осуществляется, как правило, линейно изменяющимися напряжениями на электродах анализатора [4; 27]. Возможна также частотная развертка.

Поля с квадратичной зависимостью потенциала от координат называют квадрупольными полями, и распределение потенциала имеет вид $\varphi(x,y) = \Phi (x^2 - y^2)$ (рис. 1). Квадрупольные поля обладают той особенностью, что компоненты напряженности поля E_x и E_y линейно зависят от координат. Для разделения ионов по удельным зарядам используется плоское поле $\varphi(x, y)$, когда силы, действующие на ионы, прямо пропорциональны их смещениям $F_x \sim x$ и $F_y \sim y$ и независимы по x и y поперечным координатам анализатора. Этому требованию удовлетворяет электрическое поле с напряженностью E [4; 6; 27]:

$$E = E_0 (i \lambda + j \sigma), \quad (1)$$

где λ и σ – константы, а \vec{i} и \vec{j} – единичные орты. Величина E_0 не зависит от координат и зависит только от времени. Форма поля позволяет рассматривать независимо движение ионов в xz и yz плоскостях анализатора, что существенно упрощает анализ движения заряженных частиц. Электрическое поле (1) должно удовлетворять уравнению Лапласа $div E = 0$ без учета влияния объемного заряда ионов, что дает $\lambda = -\sigma$. Для определения формы электродов, задающих поле вида (1), используем связь $E = -grad \varphi$ и находим распределение потенциала:

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{2} E_0 \lambda (x^2 - y^2). \quad (2)$$

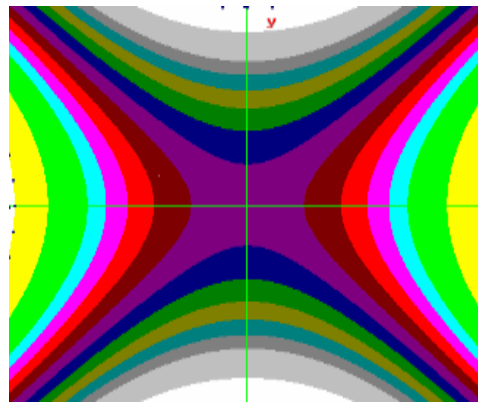


Рис. 1. Гиперболический профиль электродов, формирующих квадрупольное поле (распределение потенциала показано различными полутонами)

Линии равного потенциала представляют собой гиперболы. Распределение потенциала можно создать с помощью электродов с гиперболическим сечением, как показано на рисунке 1, если подать на противоположные электроды потенциалы $\pm \Phi(t)$. При этом будут автоматически выполняться граничные условия на электродах

$$\varphi(x, y, t) = \frac{x^2 - y^2}{r_0^2} \Phi(t), \quad (3)$$

где r_0 – радиус вписанной окружности между вершинами электродов. Этот конструктивный параметр (для краткости) называют радиусом поля r_0 [27]. Координаты x, y перпендикулярны оси анализатора z . Две асимптотические плоскости гиперболического цилиндра, проходящие через прямые $y = \pm x$, имеют нулевой или некоторый постоянный потенциал. Движение ионов с массой m и зарядом e в xz и yz плоскостях анализатора описывается вторым законом Ньютона:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = eE_x = -e \frac{\partial \varphi}{\partial x} = -\frac{2e\Phi(t)x}{r_0^2}, \quad (4)$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = eE_y = -e \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{2e\Phi(t)y}{r_0^2}. \quad (5)$$

При постоянных напряжениях $\pm \Phi(t)$ на электродах квадрупольного конденсатора (рис. 2, 3) решения уравнений (4) и (5) имеют вид

$$x = C_1 \cos \Omega t + C_2 \sin \Omega t; \quad (6)$$

$$y = C_3 \operatorname{ch} \Omega t + C_4 \operatorname{sh} \Omega t, \quad (7)$$

где $C_1 - C_4$ – постоянные интегрирования, $\Omega = (2\Phi e / r^2 m)^{1/2}$, t – время. Из (6) и (7) следует, что положительные ионы в постоянном квадрупольном поле будут уходить на y -электроды независимо от их удельного заряда. В плоскости xz ионы будут совершать колебания с конечной амплитудой. С целью обеспечения колебаний ионов с удельным зарядом e/m с конечной амплитудой одновременно в xz и yz плоскостях используют питающее напряжение, подаваемое на противоположные пары электродов, вида $\Phi(t) = \pm (U + V \cos \omega t)$, где ω – угловая частота. Поверхностями постоянного потенциала для двумерного поля являются гиперболические цилиндры, а для трехмерного – гиперboloиды вращения.

Уравнения движения ионов по x и y координатам при использовании комбинации переменного и постоянного полей в соответствии с (4) и (5) примут вид:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{2e}{mr_0^2} (U + V \cos \omega t) x = 0, \quad (8)$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} - \frac{2e}{mr_0^2} (U + V \cos \omega t) y = 0. \quad (9)$$

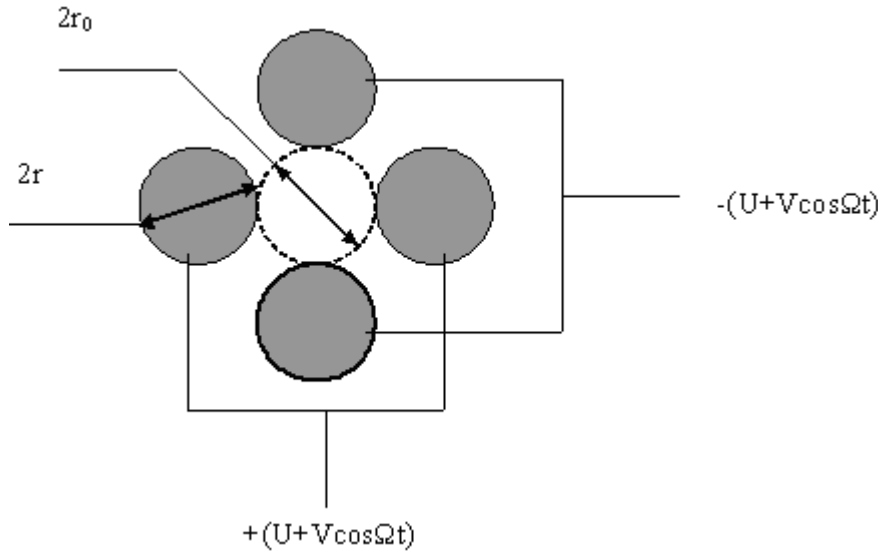


Рис 2. Схема питания электродов фильтра масс

Введем новые переменные:

$$\xi = \frac{\omega t}{2}, a = \frac{8eU}{m\omega^2 r_0^2}, q = \frac{4eV}{m\omega^2 r_0^2}, \frac{d}{dt} = \frac{d\xi}{dt} \frac{d}{d\xi}, \frac{d^2}{dt^2} = \frac{d\xi}{dt} \frac{d}{d\xi} \left(\frac{d}{dt} \right) = \frac{\omega^2}{4} \frac{d^2}{d\xi^2}, \quad (10)$$

где x и y – поперечные координаты, m и e – масса и заряд иона, $\omega = 2\pi f$ – круговая частота ВЧ-поля и $\xi = \omega t/2$ – безразмерный параметр времени. Уравнения (8) и (9) можно представить в стандартной записи уравнения Маттье:

$$\frac{d^2 x}{d\xi^2} + [a + 2q \cos(\xi - \xi_0)] x = 0, \quad (11)$$

$$\frac{d^2 y}{d\xi^2} - [a + 2q \cos(\xi - \xi_0)] y = 0, \quad (12)$$

$$\ddot{z} = 0.$$

Это уравнения движения ионов в идеальном квадрупольном поле. Начальная фаза ξ_0 определяет момент влета иона в поле анализатора и

может быть определена с точностью $\pi/2$ как $\xi_0 = \xi \pm \pi/2$ вследствие периодичности функции $\cos 2\xi$. Решение уравнения Матье можно представить в форме [4; 27]:

$$x(\xi) = Ae^{\mu\xi} \sum C_{2n} e^{i2n\xi} + Be^{-\mu\xi} \sum C_{2n} e^{-i2n\xi}, \quad (13)$$

где A и B – постоянные интегрирования, зависящие от начальной координаты x_0 , скорости v_0 и фазы ξ_0 . Постоянные μ и C_{2n} зависят только от параметров a и q , μ – комплексная константа.

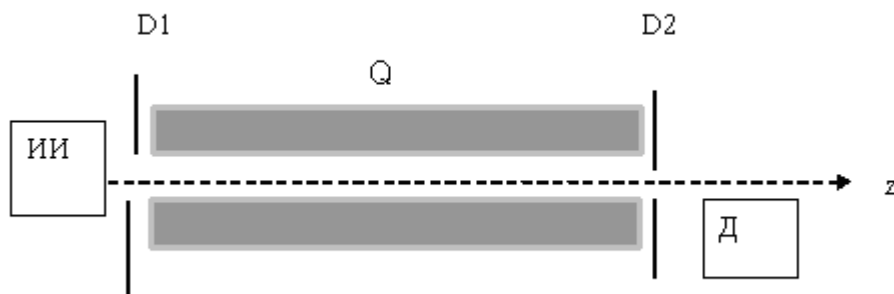


Рис. 3. Ионно-оптическая схема анализатора:

- Q – электроды КФМ,
- ИИ – источник ионов,
- D1 и D2 – входная и выходная диафрагмы,
- Д – детектор ионов

Отсюда следует, что характер движения ионов зависит только от параметров a и q . В зависимости от значения характеристического показателя $\mu(a, q)$ решение (13) может быть конечно при $\xi = \infty$. В этом случае говорят, что ионы имеют стабильные траектории. Указанное свойство обеспечивает возможность совершать колебания ионов по соответствующим координатам с амплитудой меньшей, чем радиус апертуры r_0 КФМ. Первая область стабильности показана на рисунке 4.

Существуют четыре случая для μ :

- 1) μ – действительное и не целое число. В этом случае амплитуда колебаний растет во времени экспоненциально из-за наличия множителей $e^{\mu\xi}$ и $e^{-\mu\xi}$.
- 2) $\mu = i\beta$ – чисто мнимое, и β – не целое число. Эти решения ограничены, причем периодичны, если β – рациональная дробь, и не периодичны, если β – иррациональное число.

3) $\mu = \alpha + i\beta$ – комплексное число. Решение нестабильно, то есть амплитуда колебаний ионов растет неограниченно во времени, за исключением, когда $x_0 = \dot{x}_0 = 0$.

4) $\mu = im$ – чисто мнимое, m – целое число. Решения (13) – периодические, но нестабильные. Для четных $m = 2k$ период равен π и для нечетных $m = 2k + 1$ период равен 2π . Эти решения соответствуют функциям Матье целого порядка.

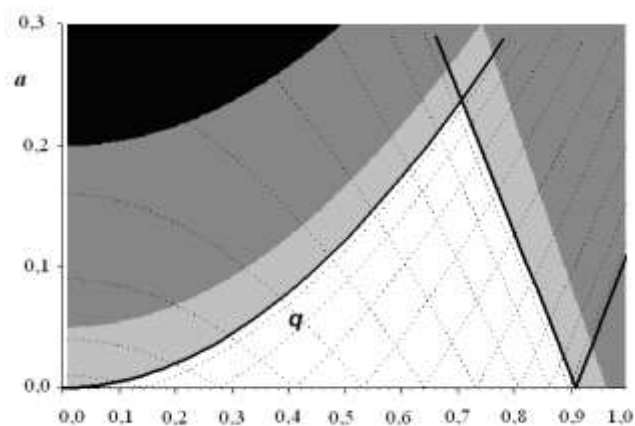


Рис. 4. Первая область стабильности на плоскости параметров a, q [21]

Одним из наиболее современных методов исследования состава веществ является масс-спектрометрический (МС) метод [1; 4; 32; 33]. Этот метод известен давно, но в последнее время приобрел особенное значение, будучи практически единственным методом, позволяющим провести детектирование и анализ сверхтяжелых молекул органических веществ [31].

В последние годы среди современных МС приборов, таких, как время-пролетные, магнитные статические, ионно-циклотронного резонанса с Фурье преобразованием, наибольший интерес во всем мире вызывают приборы, основанные на ионных ловушках, в особенности квадрупольные масс-спектрометры типа линейной ловушки [10; 20; 23; 26; 40]. Квадрупольные масс-спектрометры – это динамические приборы, в которых используется ловушечный механизм сортировки заряженных частиц по удельным зарядам (e/m) и реализуется принцип независимости колебаний заряженных частиц по всем трем координатным осям. Замечательным свойством КМС является возможность удержания заряженных частиц в свободном пространстве достаточно продолжительное время. Это открывает заманчивые перспективы резко

повысить чувствительность методов обнаружения следов за счет увеличения времени взаимодействия электрических и электромагнитных полей с ионами атомов и молекул; проводить физические исследования процессов нелинейного взаимодействия электромагнитных полей (при длинах волн вплоть до инфракрасного и оптического диапазона) с ионами при времени высвечивания экспозиции приближающихся к долям секунд и секундам; проводить фундаментальные исследования констант взаимодействия атомных частиц с ионами и т.д.

Современные методы захвата ионов в высокочастотных (ВЧ) полях позволяют удерживать ионы в течение нескольких минут [33], что делает возможным не только высокоточный масс-анализ родительских ионов, но и наблюдение за химическими реакциями захваченных ионов с последующим анализом продуктов. Для инициирования химических реакций используют различные методы резонансного возбуждения колебаний захваченных ионов. Воздействие возбуждающим сигналом позволяет удалить неиспользуемые ионы и оставить в объеме удержания только одну группу родительских ионов. При этом использование методов сканирования и резонансного возбуждения, а также применение буферного газа для гашения колебаний позволяет эффективно управлять движением захваченных ионов, контролировать химические процессы в объеме удержания и производить анализ не только исходного вещества, но и продуктов реакции [10–15; 19; 24; 26; 34; 40; 48]. Линейные ионные ловушки находят новое применение в ряде областей масс-спектрометрии. В линейной ловушке удержание ионов происходит радиальным радиочастотным полем и в осевом направлении – постоянным электрическим полем концевых электродов. По сравнению с трехмерными (3D) ловушками Пауля (Paul) линейные ловушки (2D) имеют более высокую эффективность вывода из нее ионов и большую емкость удержания ионов [5; 7; 9; 11–17; 19; 22; 24; 25; 29; 34; 37–39; 42; 45; 46; 48]. Линейная ловушка представляет собой квадрупольный фильтр масс, состоящий из четырех круглых электродов. В результате этого линейные ловушки (LT) могут быть согласованы с другими типами масс-анализаторов для построения тандемных масс-спектрометров, предназначенных для решения задач ионно-молекулярной химии [9]. Первая линейная ловушка была сконструирована Чарчем (Church) в 1969 году, представлявшая собой кольцевой квадруполь, была способна удерживать ионы ${}^3\text{He}^+$ в течение нескольких минут [20].

В настоящее время разработаны линейные ловушки ведущими МС фирмами SCIEX (Канада, Toronto) [10; 11; 23; 24; 30] и THERMO ELECTRON CORPORATION (США, Atkinson) [44] вместо ранее выпускаемых трехмерных ловушек Пауля. Это связано с тем, что в связи

с малым рабочим объемом трехмерной ловушки на ее работу сильно влияет объемный заряд ионов. В связи с этим падает чувствительность, смещается пик по шкале массовых чисел, ограничивается разрешающая способность. Использование квадрупольного фильтра масс для удержания ионов позволяет резко увеличить рабочий объем и снять проблему объемного заряда. С целью повышения эффективности диссоциации материнских ионов в столкновительном квадрупольном поле вводят слабую нелинейность электрического поля в виде октупольной компоненты – четвертую пространственную гармонику поля [7; 18; 20; 42]. Четвертая гармоника с контролируемой амплитудой $A_2 = 2 \div 4 \%$ от основной достигается путем использования противоположных электродов анализатора разного диаметра. В этом случае вклад остальных гармоник минимизируется и эффективность столкновительного разрушения ионов на кластеры увеличивается [18]. В связи с этим представляется важным исследование закономерностей движения ионов в квадрупольных ВЧ электрических полях со слабой нелинейностью пространственного поля и малой модуляцией питающих напряжений.

Параметрическое резонансное возбуждение колебаний ионов

Впервые теоретическое описание явления параметрического резонансного возбуждения колебания ионов высоких порядков путем использования бигармонического питания КФМ дано М.Ю. Судаковым, Д. Дугласом и другими в работе [41]. Колебания ионов в чистом квадрупольном поле представлены бесконечным числом гармоник с частотами:

$$\omega_n = \left| n\Omega + \frac{\beta\Omega}{2} \right|, \quad n = 0; \pm 1; \pm 2; \dots \quad (14)$$

В принципе резонанс должен иметь место на любой из частот (14). Однако при наличии параметрического возбуждения амплитуда колебаний ионов экспоненциально растет на частотах [41]:

$$\omega_k^n = \frac{1}{k} \left\{ \left| n\Omega - \frac{\Omega\beta}{2} \right| + \left| n\Omega + \frac{\Omega\beta}{2} \right| \right\}, \quad (15)$$

где $k = 1, 2, 3, \dots$ – порядок резонанса. Наиболее сильные резонансы имеют место вблизи границ стабильности вдоль изо- β линий [15]:

$$\beta_x = 1 - k \left| 1 - \frac{\omega}{\Omega} \right|, \quad \beta_y = k \left| 1 - \frac{\omega}{\Omega} \right|; \quad \omega \approx \Omega, \quad (16)$$

$$\beta_y = k \frac{\omega}{\Omega}, \quad \beta_x = 1 - k \frac{\omega}{\Omega}; \quad \omega \ll \Omega, \quad (17)$$

где Ω – основная частота ВЧ-поля и ω – частота малого дополнительного ВЧ напряжения. Вдоль изолиний характеристических показателей β_x и β_y , определяемых уравнениями (16) и (17), на диаграмме появляются полосы нестабильности, которые формируют острова стабильности (рис. 5). Впервые экспериментальное определение положения островов было осуществлено Н.В. Конёнковым, В.И. Барановым и другими в работе [28].

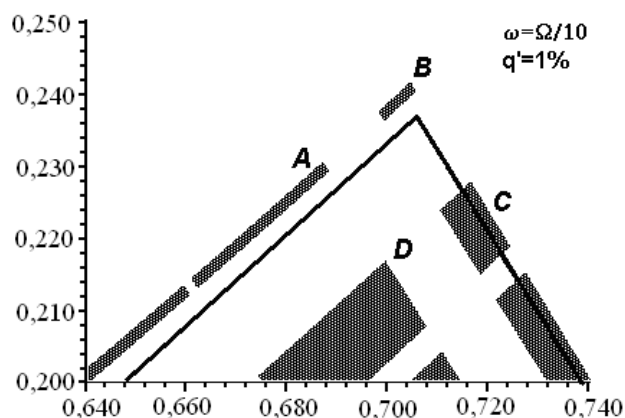


Рис. 5. Зона стабильности I с квадрупольным возбуждением при соотношении частот $\omega/\Omega = 10:1$ и параметр возбуждения $q'=0,01$

На рисунке 6 показаны экспериментально измеренные верхние острова стабильности, определенные при соотношении частот $\nu = \omega/\Omega = 9/10$, когда граничные полосы нестабильности следуют вдоль изолиний $\beta_x = 9/10$ и $\beta_y = 1/10$. Границы отмечены точками $F = \Omega/2\pi = 2,5$ МГц, $f = \omega/2\pi = 2,25$ МГц, $\nu = \omega/\Omega = 9:10$, $q = 0,024$. Сплошными линиями показаны границы первой области стабильности вблизи рабочей вершины [24]. Параметрическое возбуждение захваченных ионов в линейной радиочастотной ловушке также экспериментально исследовалось в работе [48].

Первое экспериментальное наблюдение квадрупольных резонансов до $k = 6$ порядка представлено в работе [43]. Квадрупольные резонансы исследовались в ВЧ-режиме ($a = 0$) при $q = 0,36$. С ростом порядка k порог возбуждения (требуемая амплитуда дополнительного ВЧ-сигнала) растет экспоненциально, разрешающая способность по частоте возрастает с $\Delta\omega/\omega = 120$ до 230 для $k = 6$.

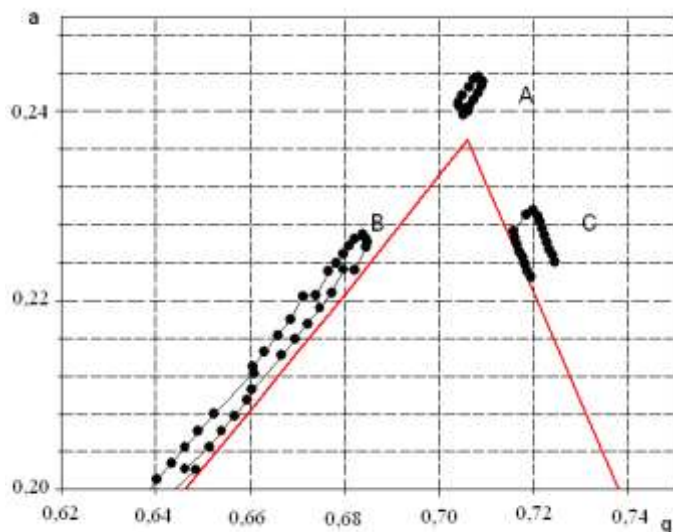


Рис. 6. Острова стабильности А, В и С, определенные экспериментально

Таким образом, квадрупольное параметрическое возбуждение колебаний ионов дает новые возможности улучшения рабочих характеристик КФМ. Увеличение изотопической чувствительности на 3–4 порядка при использовании квадрупольного возбуждения связывалось с экспоненциальным нарастанием амплитуды колебаний ионов на частотах огибающей [13]. Это заключение требует обоснования механизма уменьшения времени сортировки для удаления нестабильных ионов.

Матричный метод расчета островов стабильности

Электрический потенциал в зависимости от времени может быть выражен следующим образом [2; 35; 36]:

$$V(t)\Phi_2(x, y, z), \quad \varphi(x, y, z, t) = \quad (18)$$

Здесь $V(t)$ – периодическое напряжение, заманивания в ловушку; $\Phi_2(x, y, z)$ – зависимость потенциала от координат. В декартовой системе координат $\Phi_2(x, y, z)$ для линейного фильтра масс и ловушки иона имеем

$$\Phi_2^{filter}(x, y, z) = \frac{x^2 - y^2}{r_0^2} \quad \text{или} \quad \Phi_2^{trap}(x, y, z) = \frac{2z^2 - x^2 - y^2}{r_0^2}, \quad (19)$$

r_0 есть «радиус поля» (расстояние от центра ловушки до кольцевого электрода или расстояние от центра фильтра масс до стержня). Сила, действующая на ион, имеет значение $eZ_i E_u$, где Z_i – кратность ионизации молекулы, E_i – компонентная напряженность электрического поля в направлении u :

$$E_u = -\frac{\partial\phi(x, y, z, t)}{\partial u} . \quad (20)$$

Уравнение движения ионов (2-й закон Ньютона) имеет вид

$$M \frac{d^2 u}{dt^2} = -eZ_i V(t) \frac{\partial\Phi}{\partial u} u(x, y, z), \quad (21)$$

где M – масса иона. Безразмерный масштаб времени – $\xi = \Omega t/2$, Ω – угловая частота. Используя (1.21), можно записать [7]:

$$\frac{d^2 u}{d\xi^2} + f_u(\xi) \cdot u = 0; \quad f_u(\xi) = \sigma_u \frac{4eZ_i}{Mr_0^2 \Omega^2} V(2\xi/\Omega); \quad f_u(\xi + T) = f_u(\xi), \quad (22)$$

где $(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z) = (-2, -2, 4)$ в случае трехмерной ионной ловушки и $(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z) = (2, -2, 0)$ для линейного фильтра масс. Функция $f_u(\xi)$ является периодической, с периодом T .

В самом простом случае T равен периоду ВЧ поля, который равен $T = \xi = \pi$ при гармоническом питании и измеряется в безразмерных единицах. Однако теория может применяться к напряжениям, которые содержат две частоты, и обе связаны рациональной долей, например, в случае квадрупольного возбуждения колебаний ионов, когда дополнительный ВЧ сигнал имеет частоту $\omega = (N/P) \Omega$, где N и P – целые числа. В безразмерных единицах период равен $T = \pi P$. При условии $f(x) = f(x+T)$, уравнения (21) представляют собой линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами, то есть уравнение Хилла [27; 29] .

Метод, предложенный в [27], предназначен для исследования стабильности решений уравнения Хилла. Он основан на двух фундаментальных характеристиках уравнений (9): линейности и периодичности.

Рассмотрим пару независимых решений $u_1(x)$ и $u_2(x)$ через один период ВЧ ($0 < \xi < T$). Определим начальные условия следующим образом:

$$u_1(0) = 1; \quad u_1'(0) = 0; \quad u_2(0) = 0; \quad u_2'(0) = 1. \quad (23)$$

где $u_1'(\xi) = \frac{du_1}{d\xi}$ и $u_2'(\xi) = \frac{du_2}{d\xi}$. Поскольку уравнение (22) линейное, то общее решение с начальными условиями $u_1(0) = x_0$ и $u_1'(0) = v_0$ может быть выражено как линейная суперпозиция из двух независимых решений:

$$u(\xi) = x_0 u_1(\xi) + v_0 u_2(\xi). \quad (24)$$

Из-за периодичности уравнение (22) имеет те же самые решения $u_1(\tau)$ и $u_2(\tau)$, где $\tau = \xi + T$ и в течение второго периода $T < \xi < 2T$. Чтобы выразить решение с теми же самыми начальными условиями в $\xi = 0$, рассмотрим решение, когда $\xi = T$. Из уравнения (24) получаем:

$$u(T) = x_0 u_1(T) + v_0 u_2(T) = x_1, u'(T) = x_0 u_1'(T) + v_0 u_2'(T) = v_1. \quad (25)$$

Решение в течение второго периода имеет вид

$$u(\xi) = x_1 u_1(\tau) + v_1 u_2(\tau), \quad \tau = \xi - T, \quad (26)$$

по тем же самым соображениям, решение после $(n+1)$ -го периода,

$$u(\xi) = x_n u_1(\tau) + v_n u_2(\tau), \quad \tau = \xi - nT. \quad (27)$$

Решение (27) называется векторным представлением. С помощью выражения (27) можно вычислить траекторию иона в любое время. Для этого необходимо:

1) вычислить два независимых решения $u_1(\tau)$ и $u_2(\tau)$ через один период $0 < \xi < T$,

2) вычислить последовательность векторов (x_n, v_n) .

Решение (3.11) может быть написано в матричной форме [27]:

$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ v_{n+1} \end{pmatrix} = \mathbf{M} \cdot \begin{pmatrix} x_n \\ v_n \end{pmatrix} = \mathbf{M}^n \cdot \begin{pmatrix} x_0 \\ v_0 \end{pmatrix}, \text{ где } \mathbf{M} = \begin{bmatrix} u_1(T) & u_2(T) \\ u_1'(T) & u_2'(T) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}. \quad (28)$$

Матрица M^n преобразования координат и скоростей за n периодов ВЧ поля выражается через параметр стабильности β следующим образом:

$$\mathbf{M}^n = \begin{bmatrix} \cos(nT\beta) + A \sin(nT\beta) & B \sin(nT\beta) \\ -\Gamma \sin(nT\beta) & \cos(nT\beta) - A \sin(nT\beta) \end{bmatrix}, \quad (29)$$

$$A = \frac{m_{11} - m_{22}}{2 \cos(T\beta)}, \quad B = \frac{m_{12}}{\sin(T\beta)}, \quad \Gamma = \frac{-m_{21}}{\sin(T\beta)}. \quad (30)$$

Здесь A , B и Γ – параметры эллипсов захвата [2]. Величина β может быть рассчитана из уравнения

$$2 \cos(\pi \beta) = m_{11} + m_{22}. \quad (31)$$

Обратим внимание, что $m_{11} + m_{22}$ есть след матрицы M . Она определяет глобальную стабильность решений уравнения с периодическими коэффициентами. Для устойчивых решений необходимо, чтобы $|m_{11} + m_{22}| < 2$. Если $|m_{11} + m_{22}| > 2$, то движение неустойчиво, то есть амплитуда колеба-

ний ионов нарастает экспоненциально. В этом случае параметр β есть комплексное число $\alpha + i\mu$, где $i = \sqrt{-1}$. Величина μ есть приращение амплитуды колебания иона в течение одного периода, и определяется выражением

$$2\cos(\mu) = |m_{11} + m_{22}|. \quad (32)$$

Вычисление общего решения уравнения Хилла таким образом уменьшается до вычисления двух независимых решений уравнения через один период. Это может быть сделано любым подходящим численным методом. Для случая импульсного питания решения могут быть получены аналитически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заикин, В.Г. Основы масс-спектрометрии органических соединений / В.Г. Заикин, А.В. Варламов [и др.] – М. : МАИК «Наука Интерпериодика», 2001. – 286 с.
2. Пауль, В. Электромагнитные ловушки для заряженных и нейтральных частиц // УФН. – 1990. – Т. 60. – № 12. – С. 109–127.
3. Полякова, А.А. Масс-спектрометрия в органической химии / А.А. Полякова, Р.И. Хмельницкий. – М. : Химия, 1972. – 367 с.
4. Слободенюк, Г.М. Квадрупольные масс-спектрометры. – М. : Атомиздат, 1974.
5. Справочник по специальным функциям / под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. – М. : Наука, 1979. – С. 532–558.
6. Сысоев, А.А. Физика и техника масс-спектрометрических приборов. – М. : Энергоиздат, 1983.
7. Alfred, R.L. Resonance Excitation of Ions Stored in Quadrupole Ion Trap. – P. 4 : Theory of Quadrupolar Excitation / R.L. Alfred, F.A. Londry, R.E. March // Mass Spectrom. Ion Process. – 1993. – Vol. 125. – P. 171–185.
8. Blanth, E.W. Dinamic Mass Spectrometers. – Amsterdam : Elsevier, 1966. – P. 119–137.
9. Campbell, J.P. A New Linear Ion Trap Time-of-Flight System with Tandem Mass Spectrometry Capabilities / J.P. Campbell, B.A. Collings, D.J. Douglas // Rapid. Commun. Mas Spectrom. – 1998. – Vol. 12. – P. 1463–1474.
10. Collings, B.A. Increased fragmentation efficiency of ions in a low pressure linear ion trap with added dc octopole field // Am. Soc. Mass Spectrom. – 2005. – Vol. 16. – P. 1342–1352.
11. Collings, B.A. Resonant excitation in low – pressure linear ion trap / B.A. Collings, W.R. Stott, F.A. Londry // Am. Soc. Mass Spectrom. – 2003. – Vol. 14. – P. 622–534.
12. Collings, B.A. Resonance shifts in excitation of the $n = 0$, $K = 1$ to 6 quadrupolar resonances for ions confined in a linear ion trap / B.A. Collings, M.Y. Sudakov, F.A. Londry // Am. Soc. Mass Spectrom. – 2002. – Vol. 13. – P. 577–586.
13. Collings, B.A. Observation of higher order quadrupole excitation frequencies in linear ion trap / B.A. Collings, D.J. Douglas / Am. Soc. Mass Spectrom – 2000. – Vol. 11. – P. 1016–1022.
14. Collings, B.A. A combined linear ion trap time-of-flight system with improved performance and MSn capabilities / B.A. Collings, J.M. Campbell, D. Mao, D.J. Douglas // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2001. – Vol. 15. – P. 1777–1795.
15. Cousins, L.M. MS3 using the collision cell jf a tandem mass spectrometer system / L.M. Cousins, B.A. Thomson // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2002. – Vol. 16. – P. 1023–1034.

16. Dawson, P.H. Non-linear Resonances in Quadrupole Mass Spectrometers Due to Imperfect Fields. – P. 1: The Quadrupole Ion Trap / P.H. Dawson, N.R. Whetten // *Mass. Spectrom. Ion Process.* – 1969. – Vol. 2. – P. 45–59.
17. Dawson, P.H. Non-linear Resonances in Quadrupole Mass Spectrometers Due to Imperfect Fields. – Part 2. The Quadrupole Mass Filter and the Monopole Mass Spectrometer / P.H. Dawson, N.R. Whetten // *Am. Soc. Mass. Spectrom. Ion Process.* – 1969. – Vol. 3. – P. 1–1.
18. Ding, C. Quadrupole mass filters with octopole fields / C. Ding, N.V. Konenkov, D.J. Douglas // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* – 2003. – Vol. 17. – P. 2495–2502.
19. Ding, L. A digital ion mass spectrometer coupled with atmospheric pressure ion sources / L. Ding, M.Y. Sudakov, F.L. Brancia, R. Giles, S. Kumashiro // *Am. Soc. Mass Spectrom.* – 2004. – Vol. 39. – P. 471–484.
20. Douglas, D.J. Linear ion traps in mass spectrometry / D.J. Douglas, A.J. Frank, D. Mao // *A review. Mass Spectrom. Rev.* – 2005. – Vol. 24. – P. 1–29.
21. Douglas, D.J. Influence of the 6th and 10th Spatial Harmonics on the Peak Shape of a Quadrupole Mass Filter with Round Rods / D.J. Douglas, N.V. Konenkov // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* – 2002. – Vol. 16. P. 1425–1431.
22. Du, Z. A Novel Tandem Quadrupole Analyzer / Z. Du, D.J. Douglas // *Soc. Mass Spectrom.* – 1999. – Vol. 10. – P. 1112–1136.
23. Hager, J.W. A new linear ion trap mass spectrometer // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* – 2002. – Vol. 16. – P. 512–526.
24. Hager, J.W. Performance optimization and fringing field modifications of a 24-mm long RF-only quadrupole mass spectrometer // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* – 1999. – Vol. 13. – P. 740–748.
25. Hiroki, S. Influence of the Fringing Field Length on the Separated $4\text{He}/\text{D}_2$ Peak Shape of a High-Resolution Quadrupole Mass Spectrometer / S. Hiroki, T. Abe, Y. Murakami // *Mass Spectrom. Ion Process.* – 1994. – Vol. 136. – P. 85–89.
26. Hopfgartner, G. Rapid screening and characterization of drug metabolites using a new quadrupole – linear ion trap mass spectrometer / G. Hopfgartner, C. Husser, M. Zell // *Am. Soc. Mass Spectrom.* – 2003. – Vol. 38. – P. 138–150.
27. Quadrupole Mass Spectrometry and its Applications // *American Institute of Physics / Ed. by P.H. Dawson.* – N.Y., 1995 (originally published by Elsevier, Amsterdam, 1976).
28. Konenkov, N.V. Quadrupole Mass Filter Operation with Auxiliary Quadrupole Excitation: Theory and Experiment / N.V. Konenkov, L.M. Cousins, V.I. Baranov, M.Y. Sudakov // *Am. Soc. Mass Spectrom.* – 2001. – Vol. 208. – P. 17–27.
29. Lachlan, N.W. Theory and Application of Mathieu Functions // *Oxford University Press.* – N.Y., 1947.
30. Londry, F.A. Mass selective axial ion ejection from a linear quadrupole ion trap / F.A. Londry, J.W. Hager // *Am. Soc. Mass Spectrom.* – 2003. – Vol. 14. – P. 1130–1147.
31. March, R.E. Quadrupole Storage Mass Spectrometry / R.E. March, R.S. Hughes, S.F. Todd. – N.Y. : Wiley, 1989. – P. 31–110.
32. March, R.E. Advances in Quadrupole Ion Trap Mass Spectrometry: Instrumentation Development and Applications // *Advances in Mass Spectrometry.* – 1998. – Vol. 14 (Amsterdam: Elsevier).
33. March, R.E. Quadrupole ion trap mass spectrometry: a view at the turn of the century // *Am. Soc. Mass Spectrom.* – 2000. – Vol. 200. – P. 285–312.
34. Michaud, A.L. Ion excitation in linear ion trap with added octopole field / A.L. Michaud, A.J. Frank, C. Ding, X.Z. Zhao, D.J. Douglas // *Am. Soc. Mass Spectrom.* – 2005. – Vol. 16. – P. 835–849.
35. Paul, W. Ein neues Massenspektrometer ohne Magnetfeld / W. Paul, H. Steinwedel // *Z. Naturforsch.* – 1953. – Vol. 18. – P. 448–450.

36. Paul, W. Das Electriche Massenfilter als Massenspektrometer und Isotopentrenner / W. Paul, H.P. Reinhard, U. Von Zahn // Phys. – 1985. – Vol. 152. – P. 143–182.
37. Pedder, R.E. Quadrupole Mass Spectrometry Using the Second Mathieu Stability Region / R.E. Pedder, R.A. Schaeffer // 43rd ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics.– ASMS Poster. – 1995. – P. 1–5.
38. Sadat Kiai, S.M. Confinement of ions in a radio frequency quadrupole ion trap supplied with a periodic impulsional potential // Am. Soc. Mass Spectrom. – 1999. – Vol. 188. – P. 177–182.
39. Spatial Harmonics of the Quadrupole Mass Filter with Round Rods Shifted from Optimal Positions / T. Glebova, N. Konenkov, M. Sudakov // Contr. Papers of 15-th International Mass Spectrometry Conference. Barcelona, Spain. – 2000. – P. 77.
40. Sudakov, M.U. Linear quadrupoles with added octopole fields / M.U. Sudakov, D.J. Douglas // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2003. – Vol. 17. – P. 2290–2294.
41. Sudakov, M.U. Excitation Frequencies of Ions Confined in a Quadrupole Field with Quadrupolar Excitatin / M.U. Sudakov, N.V. Konenkov, D.J. Douglas, T.A. Glebova // Am. Soc. Mass Spectrom. – 2000. – Vol. 11. – P. 11–18.
42. Sudakov, M. Effective potential and the ion axial beat motion near the boundary of the first stable region in nonlinear ion trap // Am. Soc. Mass Spectrom. – 2001. – Vol. 206. – P. 27–43.
43. Sudakov, M.Y. A Diagram of Stable Secular Motion of Ions Trapped in an RF Quadrupole Field in the Presence of Additional Harmonic Quadrupole Excitation // Technical Physics Letters. – 2000. – Vol. 26. – № 10. – P. 870–872.
44. Swartz, J.C. A Two-Dimensional Quadrupole Ion Trap Mass Spectrometer / J.C. Swartz, M.W. Senko, J.E.P. Syka // Am. Soc. Mass Spectrom. – 2002. – Vol. 13. – P. 659–669.
45. Titov, V.V. Detailed Study of the Quadrupole Mass Analyzer Operating with the First, Second and Third Stability Regions // Am. Soc. Mass Spectrom. – 1998. – Vol. 9. – P. 50–85.
46. Vedel, F. New Schemes for Resonant Ejection in RF Quadrupolar Ion Traps / F. Vedel, M. Vedel, R. E. March // Mass Spectrom. Ion Process. – 1990. – Vol. 99. P. 125–138.
47. White, F. A. Mass Spectrometry in Science and Technology. – N.Y. : Wiley, 1968. – P. 66–107.
48. Zhao, X. Parametric excitation of trapped ions in linear rf ion trap / X. Zhao, V.L. Ryjkov, H.A. Schussler // Physical Review A. – 2002. – Vol. 66. – P. 063414-1–063414-7.

М.М. Афанасова, В.А. Степанов

**ОСОБЕННОСТИ ФУРЬЕ-СПЕКТРОВ ОСЦИЛЛЯЦИЙ
ШУБНИКОВА – ДЕ ГААЗА
В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ (Δ -TE)ALSB/INAs/ALSB(Δ -TE)**

Работа посвящена исследованию явления интермодуляции в гетеро структуре *AlSb/InAs*. Для изучения причин ее обуславливающих использовались спектры Фурье осцилляций магнитосопротивления. Появление комбинационных частот в Фурье-спектрах объяснено с позиций вероятностей внутри- и межподзонных переходов на уровнях Ландау. Изучены

частотные и амплитудные особенности спектров Фурье для данного соединения.

Среди кинетических явлений, представляющих фундаментальный и прикладной интерес, следует отметить: эффекты горячих электронов, квантовые интерференционные поправки к проводимости и затухание (разрушение) квантования Ландау в объемных (3D) и квазидвумерных (Q2D) полупроводниках и соединениях на их основе с вырожденными электронами. Исключительным вниманием пользуются аномалии низкотемпературного магнитотранспорта, связанные с электрон-электронным взаимодействием.

Объект нашего исследования – структура *InAs/AlSb*, магнитокинетические эффекты которой недостаточно изучены. Наиболее интересной из выявленных особенностей является обнаружение сильной амплитудно-частотной модуляции (или интермодуляции) осцилляций поперечного магнитосопротивления ρ_{xx} Шубникова – де Гааза.

Амплитудно-частотная модуляция и связанные с ней магнитотемпературные аномалии объяснены в работе [1] упругим электрон-электронным внутри- и межподзонным взаимодействием, а в работе [2] неупругим электрон-фононным взаимодействием. Высказанные гипотезы адекватны экспериментам, но не вскрывают причинно-следственной сущности явления.

Исследование явления интермодуляции направлено на выяснение механизмов, обуславливающих ее возникновение. Наиболее информативным методом в этом направлении является метод Фурье анализа.

Экспериментальные результаты

Образцы гетероструктуры $(\delta\text{-Te}^+)\text{AlSb/InAs/AlSb}(\delta\text{-Te}^+)$ выращены по технологии эпитаксии из молекулярных пучков. Активная часть структуры состоит из квантовой ямы *InAs* шириной 15 нм, заключенной между симметрично расположенными барьерными слоями *AlSb* шириной 40 нм. На расстоянии 15 нм от квантовой ямы располагаются δ -слои легирующей примеси Te. Уровень легирования варьируется в пределах $N_{\text{Te}} \sim (0,8 \div 2,5) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. В магнитном поле 0–7,5 Тл при низких температурах 4,2–29,8 К измерены компоненты тензора магнитосопротивления ρ_{xx} и ρ_{xy} . Отбирались образцы с концентрацией носителей больше $0,8 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$. Ограничение минимальной концентрации носителей заряда обусловлено тем, что амплитудно-частотная модуляция проявляется при заполнении двух подзон размерного квантования.

Параметры исследуемых образцов представлены в таблице 1. Величина концентраций носителей (n_m и n_p) в подзонах E_m и E_p определялась по спектрам Фурье. Совпадение суммарной концентрации $n_T = n_m + n_p$ с данными измерений эффекта Холла указывает на отсутствие проводимости по параллельным слоям, шунтирующим проводимость слоя $InAs$. Приведены значения концентраций атомов легирующей примеси для одного δ -слоя. Величина подвижности оценена из эффекта Холла. Эффективная масса носителей записана с учетом ее зависимости от концентрации.

Таблица 1

Основные параметры исследуемых гетероструктур

Номер абзаца	$\frac{n_m}{n_p}$, 10^{12} см^{-2}	m^*/m_0	E_F , еВ	μ , $\text{м}^2/\text{В с}$	N_{Te} , 10^{18} см^{-3}
1	1,8 / 0,61	0,042	0,137	10,0	0,86
2	2,7 / 1,1	0,048	0,194	25,8	2,0
3	3,6 / 0,62	0,053	0,194	5,3	2,4

Экспериментальные осцилляционные зависимости исследуемых образцов представлены на рисунке 1. Нумерация кривых совпадает с номерами образцов в таблице 1.

На рисунке 1 четко при определенных значениях магнитного поля наблюдаются изменения амплитуды поперечного магнитосопротивления. Глубина амплитудной модуляции осцилляционных кривых различна и определяется соотношением концентраций в основной и возбужденной подзонах размерного квантования.

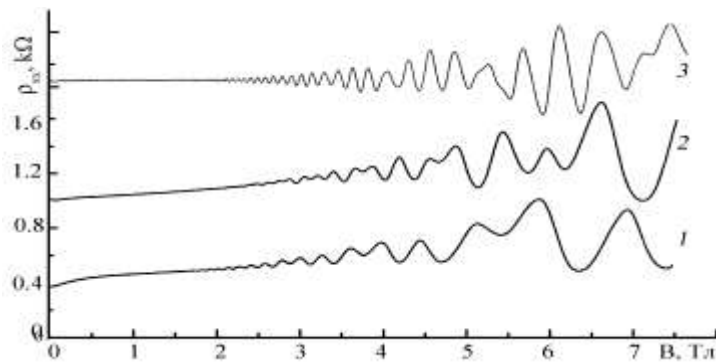


Рис. 1. Зависимость поперечного магнитосопротивления от магнитного поля $\rho_{xx}(B)$ ($T=4,2 K$) в образцах с концентрацией $n_s, 10^{12} \text{ см}^{-2}$: 1–2,4; 2–3,8; 3–4,2

Спектральные особенности осцилляций магнитосопротивления

1. Частотные характеристики

Рассмотрим спектр осцилляций магнитосопротивления для случая заполнения двух подзон размерного квантования E_m и E_p . Энергетический спектр каждой подзоны распадается в магнитном поле на N_m и N_p систему эквидистантно расположенных подзон Ландау.

Вклад в осцилляции магнитосопротивления дают электронные переходы внутри одной подзоны Ландау и переходы электронов, принадлежащих различным подзонам Ландау.

Магнитосопротивление определяется числом электронов под уровнем Ферми и числом свободных мест над уровнем Ферми. Полная вероятность перехода электронов на свободные состояния над уровнем Ферми равна $f/[1-f]$ (f – функция распределения Ферми – Дирака).

1) Гармоники осцилляций с основными частотами F_m, F_p (пики a и b) определяются внутривозонными переходами в E_m и E_p подзонах (см. рис. 2а). Вероятность переходов электронов пропорциональна числу занятых мест под уровнем Ферми $f_{m,p}$ и числу свободных мест $(1-f_{m,p})$. Полная вероятность для независимых переходов в E_m и E_p подзонах определяется произведением

$$f_{m,p}(1-f_{m,p}), \tag{1}$$

а основные частоты выражаются через концентрации известными соотношениями

$$F_{m,p} = (\pi\hbar/e)n_{m,p}. \tag{2}$$

2) Вероятность перекрестных межподзонных переходов из E_m в E_p подзону для внутривозонных « $m-m$ » переходов определяется числом свободных мест в E_p подзоне $(1-f_p)$, вероятность внутривозонных переходов – числом электронов в E_m подзоне $f_m(1-f_p)$ и количеством свободных мест над уровнем Ферми для внутривозонных переходов. Полная вероятность внутривозонных « $m-m$ » переходов определяется соотношением.

$$[f_m(1-f_p)](1-f_m), \tag{3}$$

а для вероятности « p – p » переходов соотношением

$$[f_p (1-f_m)](1-f_p). \quad (4)$$

Вероятность переходов в E_m и E_p подзонах с учетом перекрестных межподзонных переходов (« m – p », « p – m ») описывается выражением

$$[(f_m - f_p)](1-f_m)(1-f_p). \quad (5)$$

Этой вероятности соответствует гармоника разностной частоты

$$F_m - F_p = (\pi\hbar/e)(n_m - n_p). \quad (6)$$

Гармоника разностной частоты $F_m - F_p$ (пик d) определяется вероятностью межподзонных переходов, приводящих к внутривидовым переходам (см. рис. 2а).

3) В E_m подзоне после реализации внутривидовых « m – m » переходов для переходов в E_p подзону осталось $[f_m (1-f_m)]$ состояний, занятых электронами. При этом в E_p подзоне число свободных мест равно $(1-f_p)$. Полная вероятность « m – p » переходов определяется соотношением

$$[f_m (1-f_m)](1-f_p). \quad (7)$$

Одновременно в E_p подзоне имеется $[f_p (1-f_p)]$ состояний, занятых электронами для переходов в $(1-f_m)$ свободные состояния E_m подзоны. В связи с этим полная вероятность « p – m » переходов с учетом внутривидовых переходов имеет вид

$$[f_p (1-f_p)](1-f_m). \quad (8)$$

Полная вероятность « m – p », « p – m » может быть приведена к виду

$$[(f_m + f_p)](1-f_p)(1-f_m), \quad (9)$$

что соответствует осцилляциям с гармоникой суммарной частоты:

$$F_m + F_p = (\pi\hbar/e)(n_m + n_p). \quad (10)$$

Гармоника суммарной частоты $F_m + F_p$ (пик c) определяется вероятностью внутривидовых переходов, приводящих к межподзонным переходам (см. рис. 2а).

Изложенный подход к природе осцилляций Шубникова – де Гааза, основанный на вероятности внутри- и межподзонных переходов электронов, позволяет качественно объяснить спектральную природу возникновения гармоник суммарной и разностной частот $F_m \pm F_p$.

Выражения 1, 5, 9 позволяют объяснить частотную модуляцию и не содержат информации об амплитудой модуляции. Отсутствие амплитуд-

ных характеристик в формулах обусловлено независимостью плотности состояний от энергии в двумерном случае для E_m и E_p подзон.

2. Амплитудные характеристики

Спектральный анализ экспоненциально затухающих осцилляций вида $e^{-\alpha t} \cos \alpha t$ дает величину амплитуды пика $A \sim 1/\alpha$. Амплитуда пиков частот $F_{m,p}$ определяется температурой Дингла $A_{F_{m,p}} \sim (T_D^{m,p})^{-1} \sim \tau_q^{m,p}$.

Отношения амплитуд пиков находятся по пикам, соответствующим частотам F_m и F_p гармоник спектра Фурье, измеренных во всем диапазоне магнитных полей, включая осцилляции совершенно малой амплитуды.

Обсуждение результатов

На рисунке 1 представлены осцилляции поперечного магнитосопротивления гетероструктур, для которых заполнение двух подзон размерного квантования вызывает эффект амплитудно-частотной модуляции (интермодуляции) $\rho_{xx}(B)$. Видно, что гармоника основной частоты $F_m = (\pi\hbar/e)n_m$ модулирована не только по амплитуде, но и по частоте $F_p = (\pi\hbar/e)n_p$ возбужденной гармоники ($n_{m,p}$ – концентрации в $E_{m,p}$ подзонах размерного квантования).

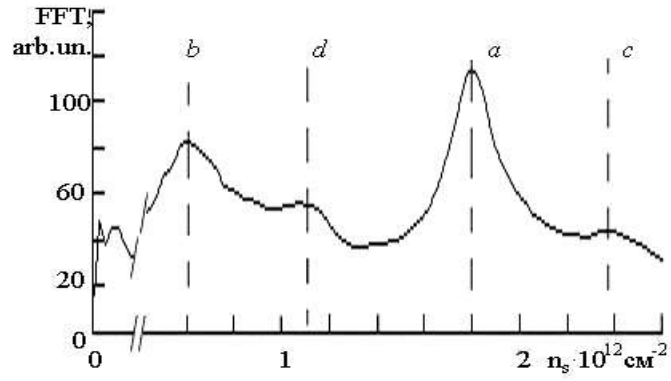
Исследуемые образцы отличались концентрацией носителей. Изменение амплитуды осцилляций (глубины модуляции) связано с наложением на гармонику основной частоты возбужденной гармоники и зависит от вклада в проводимость носителей заряда второй подзоны. Глубина амплитудной модуляции осцилляционных кривых определяется соотношением концентраций в основной и возбужденной подзонах размерного квантования и зависит от заселенности E_m и E_p подзон размерного квантования, то есть от соотношения концентраций n_m/n_p . Для исследуемых образцов соотношение концентраций для кривой 1 составляет $n_m = 3 \cdot n_p$, для кривой 3 – $n_m = 6 \cdot n_p$. Уменьшение соотношения n_m/n_p приводит к более значительной модуляции осцилляций по амплитуде и частоте.

Наиболее сильное проявление амплитудной модуляции основной гармоники (кривая 2) можно наблюдать вследствие близости концентраций в основной и возбужденной подзонах размерного квантования: $n_m = 2.5 \cdot n_p$.

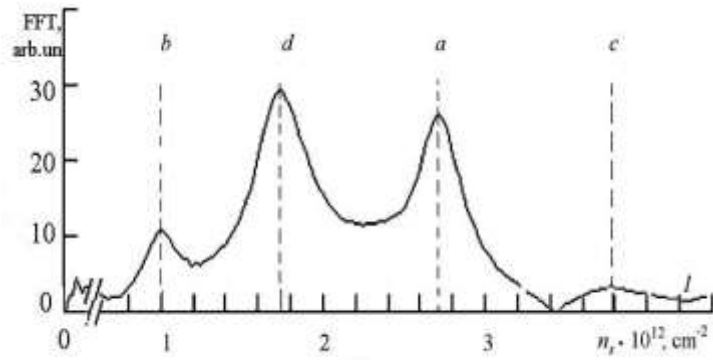
На рисунке 2 (а, б, в) показаны спектры Фурье осцилляций для образцов, представленных на рисунке 1 (1, 2, 3) соответственно. В спек-

трах присутствуют гармоники F_m (a) и F_p (b) по основной E_m и возбужденной E_p подзонам размерного квантования и гармоники комбинационных частот: разностной $F_m - F_p$ (d) и суммарной $F_m + F_p$ (c).

a)



b)



c)

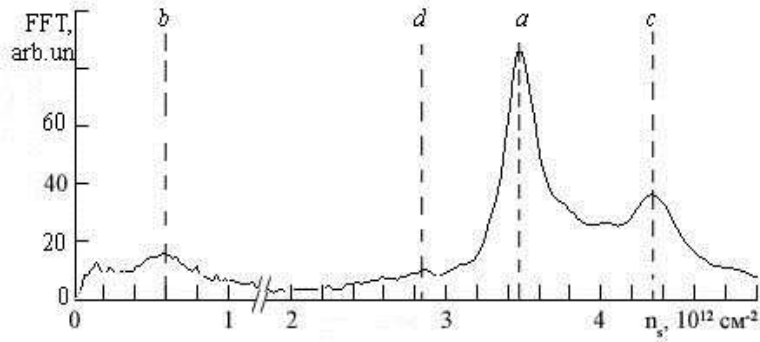


Рис. 2 (а, b, с) Фурье-спектры осцилляций поперечного магнитосопротивления (на рисунке 1 кривые 1, 2, 3)

Результаты, полученные методом Фурье анализа для нескольких образцов, сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Основные параметры вырожденного электронного газа, полученные методом анализа спектров Фурье

Номер абзаца	$\frac{n_m}{n_p}, 10^{12} \text{ см}^{-2}$	$\frac{A_{F_m}}{A_{F_p}}, \text{отн. ед}$	$\frac{A_{F_m+F_p}}{A_{F_m-F_p}}, \text{отн. ед}$	$\frac{T_D^m}{T_D^p}, \text{К}$	$\frac{\tau_q^m}{\tau_q^p}, 10^{-14} \text{ с}$
1	$\frac{1,8}{0,61}$	$\frac{23}{16} > 1$	$\frac{9}{10,5} \approx 1$	$\frac{19,4}{24} < 1$	$\frac{6,24}{5,04} > 1$
2	$\frac{2,7}{1,1}$	$\frac{34}{14} > 1$	$\frac{5}{38} < 1$	$\frac{17,0}{21} < 1$	$\frac{7,12}{5,76} > 1$
3	$\frac{3,6}{0,62}$	$\frac{49}{9} > 1$	$\frac{20}{6} > 1$	$\frac{9,7}{22} < 1$	$\frac{12,48}{5,50} > 1$

Анализ Фурье-спектров (рис. 2) и данных таблицы 2 показал следующее:

1. Для образцов *InAs/AlSb* во всем интервале температур выполняется соотношение $\frac{A_{F_m}}{A_{F_p}} > 1$, где A_{F_m} (A_{F_p}) – амплитуда пика Фурье-спектра, соответствующего основной (возбужденной) подзоне размер-

ного квантования. Соотношение пиков A_{F_m} и A_{F_p} в спектрах определяется механизмом восприятия возмущения от внешних источников, в качестве которых выступают шероховатости гетерограницы и потенциал, создаваемый атомами легирующей примеси. Доминирование F_m пика позволяет определить восприимчивость возмущения, которым оказываются электроны второй подзоны размерного квантования.

2. Соотношение амплитуд пиков Фурье основной и возбужденной частоты коррелирует с отношением температур Дингла $(\frac{T_D^m}{T_D^p}) : \frac{T_D^m}{T_D^p} \sim \frac{A_{F_p}}{A_{F_m}}$.

3. Рост суммарной концентрации носителей (n_m+n_p) приводит к увеличению амплитуды пика основной гармоники. В результате возрастания числа электронов в E_m подзоне размерного квантования внутривозонное $e-e$ взаимодействие становится более интенсивным. В Фурье-спектре увеличение интенсивности отражается в росте амплитуды пика.

4. Рост концентрации в E_p подзоне размерного квантования приводит к увеличению интенсивности межподзонных электрон-электронных взаимодействий. Интенсивность переходов внутри E_p подзоны ослабляется, что приводит к уменьшению амплитуды Фурье пика.

5. В спектрах Фурье осцилляций (рис. 2) для образцов $InAs/AlSb$ хорошо разрешимы комбинационные частоты: суммарная $F_m + F_p$ (с) и разностная $F_m - F_p$ (d).

Возникновение комбинационных пиков объяснено с позиции вероятности внутри- и межподзонных переходов электронов. Интенсивность этих переходов определяет амплитуду. Амплитуда $F_m \pm F_p$ пиков зависит преимущественно от структуры и физических условий (T, B). В гетероструктурах $Al_xGa_{1-x}As$ комбинационные частоты плохо разрешимы, что приводит лишь к асимметрии F_m пика, соответствующего гармонике основной частоты, а для структуры $InAs/AlSb$ пики $F_m \pm F_p$ имеют большую амплитуду. Вклад межподзонных переходов и их интенсивность гораздо выше для структуры $InAs/AlSb$, так как потенциальный профиль квантовых ям структуры и квантующее магнитное поле создает благоприятные условия для резонансного межподзонного рассеяния [4].

Установим связь между соотношением амплитуд пиков комбинационных частот и доминирующими каналами релаксации электронов.

В общем случае амплитуда Фурье пика будет функцией температуры, концентрации, температуры Дингла и фазы осцилляций, то есть тех вели-

чин, которые входят в соотношение для амплитуды осцилляций Шубникова – де Гааза $\delta(1/B)$:

$$\delta(1/B) \sim \frac{\beta T}{B} \frac{1}{\text{sh}(\beta T/B)} \exp\left(\frac{-\beta T_D}{B}\right) \cos\left(\frac{2\pi m^* E_F}{\hbar e B} - \gamma\right), \quad (11)$$

где $\beta = \frac{2\pi^2 k m^*}{\hbar q_e}$, m^* – эффективная масса электрона, e – заряд электрона, E_F – энергия Ферми, γ – фаза, \hbar – постоянная Планка, B – индукция магнитного поля, T_D – фактор, учитывающий нетепловое уширение уровней Ландау.

Проанализировав набор спектров Фурье, выделим следующие наблюдаемые соотношения амплитуд пиков комбинационных частот:

$$\text{a) } \frac{A_{F_m - F_p}}{A_{F_m + F_p}} > 1; \quad \text{b) } \frac{A_{F_m - F_p}}{A_{F_m + F_p}} < 1; \quad \text{c) } \frac{A_{F_m - F_p}}{A_{F_m + F_p}} \approx 1. \quad (12)$$

Примеры спектров Фурье, отражающие эти соотношения, представлены на рисунках 2 а, б, с.

Качественное объяснение наблюдаемых соотношений пиков комбинационных частот может быть представлено со следующих позиций.

Соотношение амплитуд частот зависит от конкуренции времени внутри- и межподзонной релаксации электронов. В соответствии с правилом Матиссена суммарное время релаксации определяется как

$$A_{F_m \pm F_p} \sim \tau^* \sim \frac{\tau^{\text{intra}} \cdot \tau^{\text{inter}}}{\tau^{\text{intra}} + \tau^{\text{inter}}}, \quad (13)$$

где τ^{intra} – время внутриподзонной релаксации, τ^{inter} – время межподзонной релаксации. Время внутриподзонной релаксации будет формироваться по двум независимым каналам рассеяния электронов в E_m и E_p подзонах:

$$1/\tau^{\text{intra}} = 1/\tau_q^m + 1/\tau_q^p, \quad (14)$$

где τ_q^m (τ_q^p) – время релаксации в E_m (E_p) подзоне. Проанализируем соотношения (12) с учетом формул (13) и (14).

Отношение амплитуд пиков комбинационных частот Фурье-спектра (рис. 2а, пики *c* и *d*) удовлетворяет соотношению (12с). Небольшая величина амплитуд пиков $A_{F_m \pm F_p} \sim \tau^*$ объясняется тем, что интенсивности внутри- и межподзонных переходов практически одинаковы. Амплитуда пика $A_{F_m - F_p}$ оказывается малой, так как пик раз-

ностной частоты обусловлен вкладом внутриволновых переходов, совершаемых через свободные состояния в другой подзоне. Такие переходы возможны, когда $\tau^{intra} < \tau_q^m$. Квантовое время межволновой релаксации согласно (14)

$$\tau^{intra} = \frac{\tau_q^m}{1 + \frac{\tau_q^m}{\tau_q^p}}$$

содержит в знаменателе отношение времен релаксации электрона m и p подзоны, которое $\frac{\tau_q^m}{\tau_q^p} > 1$, так как $\frac{A_{F_m}}{A_{F_p}} > 1$ (соотношение амплитуд пиков a и b на рисунке 2а, следовательно, $\tau^{intra} < \tau_q^m$ в несколько раз. Пик суммарной частоты $A_{F_m+F_p}$ имеет малую амплитуду за счет того, что при небольших концентрациях скорость межволнового рассеяния гораздо меньше, чем внутриволнового, то есть $\tau^{intra} < \tau^{inter}$ и вклад электронов в межволновые переходы оказывается небольшим [5]. Резонансное включение магнитного поля трансформирует эффективное время рассеяния τ^* и сопровождается уменьшением времени межволновой релаксации.

Рассмотрим отношение амплитуд $A_{F_m \pm F_p}$ пиков c , d на рисунке 2б, которое соответствует неравенству (12а). Большое значение амплитуды пика $A_{F_m - F_p}$ связывается с ростом интенсивности внутриволновых переходов, приводящее к перекрестным межволновым переходам, так как с ростом концентрации скорость межволнового рассеяния растет, а время межволнового взаимодействия уменьшается. Амплитуда суммарного пика $A_{F_m+F_p}$ мала, так как определяющую роль в формировании эффективного времени релаксации играет рассеяние внутри подзон, которое зависит от основных параметров структуры: энергии Ферми, концентраций носителей в подзонах.

Неравенству (12б) соответствует отношение амплитуд пиков комбинационных частот (пики c , d) на рисунке 2б. Отметим, что по сравнению с другими образцами (данные представлены в таблице 2) концентрация в основной подзоне достаточно велика и достигает значения $n_m \approx 3.6 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$, тогда как концентрация в возбужденной подзоне размерного квантования составляет $\approx 0.62 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$. Такое соотношение концентраций обеспечивает возрастание интенсивности переходов электронов между подзонами. При больших концентрациях скорость межволнового рассеяния выше, чем внутриволнового

и поэтому на спектре Фурье наблюдается пик суммарной частоты (пик d на рисунке 2b) большой амплитуды $A_{F_m+F_p}$ по сравнению с пиком разностной частоты (пик c).

В структуре $(\delta\text{-Te})\text{AlSb}/\text{InAs}/\text{AlSb}(\delta\text{-Te})$ при заполнении двух подзон размерного квантования обнаружена сильная амплитудно-частотная модуляция осцилляций магнитосопротивления. Предложена качественная интерпретация интермодуляции, на основе как внутривозонных « $m-m$ », « $p-p$ », так межвозонных « $m-p$ », « $p-m$ » электрон-электронных переходов.

В спектрах Фурье осцилляций магнитосопротивления помимо основных частот F_m и F_p присутствовали гармоники комбинационных частот $F_m \pm F_p$ большой амплитуды. Возникновение комбинационных пиков объяснено с позиций вероятности внутривозонных и межвозонных переходов.

Проведен анализ амплитуд пиков комбинационных частот. Выяснено, что амплитуда пиков $F_m \pm F_p$ зависит от интенсивности переходов электронов между подзонами, вызванное переходами внутри подзоны и интенсивности внутривозонных переходов. Проявление комбинационных пиков и их амплитуда определяются межвозонным взаимодействием. То, что в изучаемой гетероструктуре межвозонное взаимодействие сильное и носит резонансный характер, позволило установить природу возникновения и исследовать различные соотношения амплитуд комбинационных пиков с точки зрения конкуренции внутривозонного и межвозонного взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадушкин, В.И. Низкотемпературный магнитотранспорт вырожденных 2D и 3D электронов / В.И. Кадушкин, М.М. Афанасова. – Рязань, 2006. – 21 с. – Деп. в ВИНТИ 17.05.06. – № 667-B2006.
2. Averkiev, N.S. Theory of magneto-oscillation effects in quasi-two-dimensional semiconductor structures / N.S. Averkiev [et al.] // J. Phys.: Condens. Matter. – 2001. – Vol. 13. – P. 2517.
3. Coleridge, P.T. Small-angle scattering in two dimensional electron gas // Phys. Rev. B. – 1991. – Vol. 44. – P. 3793.
4. Kusters, R.M. Electron relaxation time in high-carrier-density GaAs-(Ga, Al)As heterojunctions / R.M. Kusters [et al.] // Phys. Rev. B. – 1992. – Vol. 46. – P. 10207.
5. Leadley, D.R. Intersubband resonant scattering in GaAs-Ga_{1-x}Al_xAs heterojunctions / D.R. Leadley [et al.] // Phys. Rev. B. – 1992. – Vol. 46. – P. 12439.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

...ова Мария Михайловна,

ассистент кафедры общей и теоретической физики и методики преподавания физики РГУ имени С.А. Есенина.

Баева Ольга Владимировна,

кандидат физико-математических наук, ассистент кафедры математического анализа РГУ имени С.А. Есенина.

Конёнков Николай Витальевич,

доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей и теоретической физики и методики преподавания физики РГУ имени С.А. Есенина.

Кремер Инесса Юрьевна,

кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков факультета истории и международных отношений РГУ имени С.А. Есенина.

Махмудов Марат Наильевич,

кандидат физико-математических наук, начальник центра мониторинга качества образования РГУ имени С.А. Есенина.

Наумов Олег Васильевич,

кандидат экономических наук, ассистент кафедры национальной экономики РГУ имени С.А. Есенина.

Петренко Антонина Анатольевна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики РГУ имени С.А. Есенина.

Пупков Сергей Викторович,

кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры социологии и управления РГУ имени С.А. Есенина.

Степанов Владимир Анатольевич,

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и теоретической физики и методики преподавания физики РГУ имени С.А. Есенина.

Страхов Василий Вячеславович,

кандидат исторических наук, доцент кафедры истории России, проректор по учебно-методической работе РГУ имени С.А. Есенина.

Терёхин Михаил Тихонович,

доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа РГУ имени С.А. Есенина.

Подписаться на журнал можно

в любом отделении связи.

Подписной индекс издания № 36249 в каталоге «Роспечать».

Научное издание

Вестник
Рязанского
государственного
университета
имени С.А. Есенина

Научный журнал

Главный редактор *Лиферов Анатолий Петрович*

Редактор *Т.Н. Свитнева*

Технический редактор *В.В. Дмитриева*

Подписано в печать 24.09.07. Поз. № 118. Бумага офсетная. Формат 70x100¹/₁₆.
Гарнитура Times New Roman. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 500 экз. Заказ № 300.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Отпечатано в редакционно-издательском центре РГУ имени С.А. Есенина
390023, г. Рязань, ул. Урицкого, 22