МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
«НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»

НАУКА и ПРОСВЕЩЕНИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ:

ПОТЕНЦИАЛ НАУКИ И СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОНОГРАФИЯ

ПЕНЗА
МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»
2017

УДК 001.1
ББК 60
И66

Р е ц е н з е н т ы:

Гетманская Елена Валентиновна – доктор педагогических наук, профессор, доцент кафедры методики преподавания литературы ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»

Колесников Геннадий Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

Авторский коллектив

Абсалямов И.С., Ахметова Э.Р., Баташев С.А., Беззубцева М.М., Биндус В.А., Бирюкова И.В., Виноградская М.Ю., Виноградский В.Г., Волков В.С., Воронин В.И., Ильичева И.Л., Калицев Д.М., Качанов И.В., Ковалева Е.Н., Конкин Б.Б., Коробкин С.В., Кряжева Е.В., Кузнецов И.А., Леонтьев Д.Ф., Магомедова З.М., Овчаров П.Н., Омурзакова Г.Г., Полюшкин Ю.В., Потиевская В.И., Путилин С.А., Севостьянова Н.Т., Семенов А.Е., Ступаков В.Я., Хотько Н.А., Худойбердиев Ф.И., Шастин В.И., Швецов С.Г., Шеховцов А.И., Шигуров В.В., Шигурова Т.А., Эфендиева З.Д.

И66

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ: ПОТЕНЦИАЛ НАУКИ И СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ: монография / Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2017. — 214 с.

ISBN 978-5-907012-33-2

В монографии представлены теоретические подходы и концепции, аналитические обзоры, практические решения в конкретных сферах науки и образования.

Издание может быть интересно российским и зарубежным ученым, руководителям и служащим государственного аппарата, руководителям и специалистам учреждений и хозяйственных организаций, педагогам, аспирантам и студентам высших учебных заведений экономического профиля.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

УДК 001.1
ББК 60

© МЦНС «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2017
© Коллектив авторов, 2017

ISBN 978-5-907012-33-2

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРИОРИТЕТЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ 5

ГЛАВА 1. АКТИВИЗИЦИЯ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ 6

ГЛАВА 2. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ 15

ГЛАВА 3. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ИНТЕРАКТИВНОГО МЕТОДА В ИНОЯЗЫЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ 26

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ 34

ГЛАВА 5. ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКАЯ БАЗА МОДАЛЯЦИИ СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ 54

РАЗДЕЛ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ 63

ГЛАВА 6. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 64

ГЛАВА 7. ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS 75

ГЛАВА 8. СПОСОБ МАГНИТОМЕТРИИ В ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

ГЛАВА 9. СОХРАНЕНИЕ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 99

ГЛАВА 10. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МИКРОСФЕР 115

ГЛАВА 11. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ 132

ГЛАВА 12. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ 136

ГЛАВА 13. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ НА КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ 139

ГЛАВА 14. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ УГЛЕРОДА В ТРАВЯНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 143

ГЛАВА 15. ИЗУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ БЕЛКОВ (ЛАКТОФЕРРИН, ФЕРРИТИН) ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ И В ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ 156

ГЛАВА 16. КАРБОНИЛИРОВАНИЕ В СИНТЕЗЕ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ 166

ГЛАВА 17. ПОЛУЧЕНИЕ ДЕФОЛИАНТОВ НА ОСНОВЕ ХЛОРАТОВ НАТРИЯ МАГНИЯ, ЭТАНОЛАМИННЫХ СОЛЕЙ 3-ОКСИПИРИДАЗОН-6 174

ГЛАВА 18. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗОЛЕЙЦИНА С ХЛОРИДОМ ЦИНКА В ВОДНОЙ СРЕДЕ 184

ГАЛВА 19. ПОЛИГОН АДАПТИРОВАННОГО КОМБИНИРОВАННОГО СОДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ НА ГАРИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ГОЛОУСТНАЯ ВОЗЛЕ П. СОЛНОПЕЧНЫЙ (ЮЖНОЕ ПРЕДБАЙКАЛЬЕ) 190

ГЛАВА 20. КЛАССИФИКАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ И ХАРАКТЕРУ ИЗМЕНЧИВОСТИ ИХ СВОЙСТВ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ АЗЕРБАЙДЖАНА 198

РАЗДЕЛ 1. ПРИОРИТЕТЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 370

ГЛАВА 1. АКТИВИЗИЦИЯ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

МАГОМЕДОВА ЗУЛЕЙХА МАГОМЕДОВНА,
к.п. н., профессор
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет»

Аннотация: В данной работе рассматривается необходимость совершенствования учебного процесса в высшей школе, активизации обучения в вузе. Предлагаются отдельные формы активного обучения. Представлен свежий взгляд на стандартные методы активизации университетского образования.
Ключевые слова: учебный процесс, университет, обучение в высшей школе, активное обучение, методы обучения, методы активизации обучения.

Abstract: this paper examines the need to improve the educational process in higher education, revitalization of education at the University. Offered some form of active learning. Presents a fresh look at the standard methods of promoting University education.
Key words: educational process, University, high school training, active learning, teaching methods, methods for enhancing learning.

На современном этапе развития общества необходимо постоянно совершенствовать учебный процесс, потому что в обществе происходит смена идеалов и ценностей. Научно-технические успехи уже в большей степени считаются средством достижения того уровня производства, что в наибольшей мере удовлетворяет постоянно повышающиеся требования человека, развитию духовных ценностей личности. По этой причине в корне важно изменить стратегию и тактику университетского образования, ведь главными характерными качествами, которыми должен обладать любой выпускник университета – это компетентность и мобильность. Поэтому основной упор при рассмотрении учебных дисциплин делается на сам ход познания, эффективность которого неразрывно связана от познавательной активности самого обучаемого.

Успешный результат достижения данной цели зависит не только от того, чем овладевает (содержание обучения) студент, но и от того, как он овладевает знаниями: индивидуально или в группе, в жёстких или гуманистических условиях, опираясь на внимание, восприятие, память или на все личностные способности, что предусматривает использование различных методов обучения. Предпочтение при этом должно отдаваться творческому подходу к изучению университетских дисциплин с использованием методов активного обучения.

Проблема активного обучения является одним из главных и злободневных направлений современных научно-педагогических исследований ученых – теоретиков и практиков – профессионалов.

Проблема поисков методов активации учебно-познавательной деятельности обучающих остро ставилась в разное время разными авторами. Предлагались самые разнообразные варианты её решения: увеличения объёма преподаваемой информации, её спрессовывание и ускорение процессов считывания; создание особых психологических и дидактических условий учения; усиление контрольных форм в управлении учебно-познавательной деятельности; широкое использование технических средств. В 70-е гг. XX столетия проблема поисков методов активного обучения нашла отражении в исследованиях М.И. Махмутова, И.Я. Лернера и других по проблемному обеспечению. Независимо от этих исследований шел поиск и так называемых «активных» методов обучения (АМО), обеспечиваю-

щих интенсивное развитие познавательных мотивов, интереса, способствующих проявлению творческих способностей в обучении» [3].

При правильном использовании активных методов обучения, они одновременно могут решить ряд задач:

1) обеспечить подчинение хода обучения управляющему влиянию преподавателя;

2) активизировать в ходе учебной работы участие не только подготовленных обучаемых, но и не подготовленных;

3) обеспечить постоянный контроль за ходом усвоения учебного материала.

Отмечается существование в дидактике разных подходов к проблеме классификации методов обучения. Отличительным признаком является уровень активности слушателей или учебно-познавательной характер их работы. Выделяют несколько классификаций, которые основаны на следующих признаках:

- источники познания (наглядные, практические, вербальные методы обучения);

-логические методы (индуктивные, дедуктивные, аналитико-синтетические методы обучения);

-степень самостоятельности познания у студентов (продуктивные, репродуктивные, эвристические методы обучения);

-степень проблемности (монологический, показательный, диалогический, исследовательский, эвристический, программированный, алгоритмический методы обучения);

-дидактические функции и задачи;

-деятельность лектора, связанная с выбором как методов изложения материала, так и методов организации самостоятельной работы обучающихся и др.

Над классификацией методов активизации обучения работали такие научные деятели как А.А. Вербицкий, Ю.С. Арутюнов, В.Ф. Комаров, Н.В. Бурков, С.Р. Гидрович, В.М. Ефимов, А.А. Лившиц, В.И. Рыбальский, Ю.М. Порховников, Л.Н. Иваненко и другие.

На разных этапах учебной деятельности возможно применение методов, активизирующих процесс обучения.

1 этап – начальное освоение знаний. Включает проблемную лекцию, эвристическую беседу, учебную дискуссию и др.

2 этап – используются методы контроля знаний и закрепление полученных знаний: коллективная мыслительная деятельность, тестирование и т.д.

3 этап – развитие у будущих специалистов таких умений и навыков, основанных на знаниях и формировании творческих качеств. Вероятное использование методов моделирования обучения, игровых и неигровых методов.

В своей педагогической работе преподаватель выбирает ту классификационную систему и ту группу методов, в большей степени способствующих реализации тех дидактических целей, которые ставятся им перед началом занятий. Одним из подобных наиболее успешных приемов вовлечения студентов в учебно-познавательную деятельность и являются активные методы обучения.

Среди активных методов в вузе выделяют имитационные неимитационные формы организации обучения.

Неимитационные методы обучения – это:

- лекции;
- семинары, практикумы;
- дискуссии;
- коллективная мыслительная деятельность.

Лекции являются нетрадиционной формой проведения. Выделяют следующие основные виды лекционных занятий:

- проблемная лекция;
- лекция-визуализация;
- бинарная лекция;
- лекция с заранее допущенными ошибками;

- лекция-пресс-конференция.

Проблемные лекции начинаются с проблемных вопросов. Проблемные вопросы – это вопросы, ответы на которые требуют размышления; в этом их отличие от не проблемных, где для нахождения решения надо знать конкретное существующее правило.

Проблемная лекция обеспечивает решение трёх основных дидактических задач:

1) понимание студентами знаний по теории;
2) формирование теоретического мышления;
3) развитие познавательного интереса к содержанию учебной дисциплины и профессиональной мотивации будущего работника.

На протяжении всей лекции преподавателем создаётся своеобразная проблемная ситуация, что способствует работе мыслительного процесса студентов ещё до того, как они получат нужную информацию в полном объёме, которая составляет для них новое знание.

Элементами проблемной ситуации считаются объект познания (лекционный материал) и субъект познания (студент). Ход мыслительного взаимодействия преподавателя со студентами и является познавательной деятельностью.

Лекция считается проблемной только тогда, когда в ней осуществляется принцип проблемности. Но для этоготребуется реализовать условия, тесно взаимодействующих в процессе обучения:

1) осуществление принципа проблемности при выборе и дидактическом изменении содержания учебной дисциплины до лекции;
2) осуществление принципа проблемности при полном раскрытии данного содержания в ходе проведения лекции.

Использование проблемный лекций обеспечивает творческое овладение будущими специалистами законов и закономерностей изучаемой науки, способствует развитию познавательной деятельности студентов, их индивидуальной аудиторной и внеаудиторной работы, овладениезнаниями и реализации их на практике.

Лекция-визуализация призваны учить студентов переводить устные и письменные знания в зрительную форму, что способствует развитию у них профессионального мышления, благодаря систематизированию и отбору наиболее важных и значимых составляющих содержания обучения.

Процессом визуализации считается свёртывание мыслительных содержаний в сочетании с разными видами информации в наглядный образ. Когда он уже воспринят, данный образ может стать развёрнутым и послужить базой для работы мысли и практических действий студентов.

Всякая форма наглядной информации включает и элементы проблемности. Именно поэтому лекция-визуализация помогает в создании проблемной ситуации, которая разрешается в отличие от проблемной лекции, где пользуются вопросами, на основе анализа сочетания общения, свёртывание или развёртывание знаний.

Цель преподавателя выбрать для использования такие формы наглядности, что не только являлись бы дополнением к устной информации, но одновременно выступали бы и носителями знаний. Чем больше проблемного содержания в наглядной информации, тем выше рост уровня активности мыслительной деятельности студента.

Рекомендуется применять разные виды визуализации – натуральные, изобразительные, символические, - каждая из которых или их совокупность избирается в зависимости от содержания учебного материала. При переходе от письменной формы к визуальной или от одного вида наглядности к другому возможно утрата некоторой части информации. Но эта потеря только на пользу, т.к. позволяет сосредоточить внимание на особо значимых аспектах и особенностях содержания лекции, помогать его пониманию и овладению.

Бинарная лекция или лекция вдвоём – это лекция, в которой учебный материал с содержанием проблемности даётся студентам в виде живого общения – диалога двух преподавателей между собой. В ней воспроизводятся реально-существующие профессионально-деловые ситуации обсуждения теоретических вопросов темы лекции с позиций разных взглядов на предмет обсуждения, разных точек зрения.

На протяжении всей «лекции вдвоём» осуществляется использование уже имеющейся у студентов информации, которая необходима не только для того, чтобы понимать учебные проблемы, но для того, чтобы активно участвовать в совместной с преподавателем работе, моделируются ситуация проблемного характера, предлагаются версии по их решению, конечному варианту коллективного решения.

Лекция, проводимая двумя преподавателями, дает возможность студентам более активно включаться в мыслительный процесс. Предоставление двух разных информационных источников дает для студентов возможность, которая состоит в том, чтобы сравнить разные мнения и сделать выбор: поддержать ту или иную из них или разработать свое мнение.

Лекция с заранее запланированными, «допущенными» ошибками, обычно разрабатывается для формирования у студентов умений быстро анализировать профессиональные ситуации, исполнять различные роли: рецензентов, экспертов, оппонентов, распознавать и выделять неверную или неточную информацию.

Исследования в проведении подобной лекции показали, что студенты, как принято, находят задуманные ошибки (преподаватель сверяется со списком таких ошибок). Часто они отмечают и ошибки, невольно допущенные самим преподавателем, в частности, речевые и поведенческие. Преподаватель обязан правдиво сознаться в этом и из этого сделать определенные выводы. Это позволяет создать доверительные отношения преподавателя со студентами, добровольное включение обеих сторон в процесс обучения, то есть создается своеобразная интеллектуальная игра с преподавателем, что, естественно, создает повышенный эмоциональный фон, активизирует работу студентов.

Функцией лекции с заранее допущенными ошибками является не только стимулирующая, но и контрольная. Преподаватель имеет возможность оценить уровень подготовленности студентов по изучаемой дисциплине, а студенты могут определить уровень своих знаний о материале. Используя систему ошибок, преподаватель может выделить недочёты, при анализе которых получает ясное представление о структуре преподаваемого им учебного материала и трудностях его усвоения.

Лекция – пресс-конференция. Такая лекции очень близка по форме проведения пресс-конференций политического, общественного характера, только с некоторыми изменениями.

Активность деятельности студентов на лекции-пресс-конференции достигается благодаря адресованному информированию лично каждого студента. В этом и заключается отличительная черта этой формы лекции. Важность правильной формулировки вопроса и грамотность его подачи стимулирует мыслительную деятельность, а ожидание ответа на свой заданный вопрос сосредотачивает внимание студента. Во многих случаях вопросы студентов носят проблемный характер и представляют начало творческого хода мышления. Личностное, профессиональное и социальное отношение преподавателя к заданным вопросам и ответов на них, находить доказательства и опровержения, внимание к мнению человека, который задавал вопрос.

Главная задача лекции-пресс-конференции в конце темы или раздела - подведение итогов лекционной работы, выявление степени развития усвоенного содержания в последующих разделах. Подобную лекцию можно проводить и по завершению всего курса с целью обсуждения преимуществ использования теоретических знаний на практике как средство решения задач овладения материалом последующих учебных предметов, средства определения будущей профессиональной деятельности. В качестве лекторов на таком занятии имеют право принимать участие преподаватели разных учебных предметов областей науки. областях.

Лекция – беседа, или, «диалог с аудиторией», считается наиболее используемой и довольно простой формой активного включения студентов в ход учебного процесса. Эта лекция предполагает непосредственное взаимодействие преподавателя с аудиторией. Достоинство лекции- беседы заключается в том, что она даёт возможность обращать внимание студентов к наиболее актуальным вопросам темы, определять содержание и ритм изложения учебного материала, учитывая особенности студентов.

Отличительной чертой лекции – дискуссии является то, что в ней преподаватель при изложении материала лекции не только пользуется ответами студентов на свои вопросы, но и создает свободный

обмен предположениями в перерывах между логическими разделами.

Дискуссия – это контакт преподавателя и студентов, свободный обмен мнениями, взглядами и идеями по обсуждаемой теме.

Это оживляет ход учебного процесса, что способствует значительной активизации аудитории в области познавательной деятельности и, что особенно важно, дает возможность преподавателю контролировать общее мнение группы, использовать его с целью убеждения, преодоления отрицательных установок и неверных предположений некоторых студентов. Эффект возможен лишь при верном выборе вопросов для дискуссии и умелом управлении ею.

Лекция с разбором конкретных ситуаций по форме схожа с лекцией – дискуссией, но на обсуждение преподаватель выносит не вопросы, а конкретную ситуацию, которая представляется в устной форме или в очень краткой видеозаписи и диафильме. По этой причине её изложение должно быть очень коротким, но содержательным.

Преподаватель пытается активизировать участие в обсуждении конкретными вопросами, которые обращены конкретным студентам, представляет разные взгляды, чтобы развернуть дискуссию, стараясь направить её по нужному пути. Затем, делая упор на верные высказывания и анализируя неверные, без принуждения, но убедительно наводит студентов к совместному выводу или обобщению. Чтобы сконцентрировать внимание, ситуация выбирается достаточно характерная и острая.

Метод «круглого стола» включает в себя разные виды семинаров и дискуссий. Основой этого метода является принцип совместного обсуждения проблем, которые изучаются в системе образования. Основная задача подобных занятий состоит в том, чтобы предоставить студентам возможность практического использования теоретических знаний в условиях моделирующих форм деятельности научных сотрудников.

Это то, что касалось лекций. Если говорить об учебных семинарах, то тут следует выделить следующие виды:

- междисциплинарные – на занятия выносится актуальная тема, которую важно рассмотреть на различных уровнях: экономическом, юридическом, политическом, научно-техническом, нравственном психологическом. На эти занятия также могут приглашаться специалисты соответствующих профессий и преподаватели данных дисциплин. Задания распределяются между студентами для подготовки материала по заданной теме.

Метод междисциплинарного семинара дает возможность расширить кругозор студентов, обучает комплексной оценке проблем, выделять межпредметные связи;

- тематические – целью этого вида семинара является концентрация внимания студентов на какой-либо важной теме или на наиболее актуальных, главных её пунктах. До того, как начнется семинар студенты получают задание определить важные стороны темы, или же преподаватель самостоятельно может это сделать, но лишь в том случае, когда у студентов появляются затруднения в прослеживании их связи с общественной или трудовой практической деятельности. Тематический семинар обогащает знания студентов, направляет их на поиск активных путей и способов решения обсуждаемых вопросов;
- ориентационные – предметом обсуждения на этих семинарах являются новые принципы известных тем или иным способом решения ранее уже поставленных и изученных проблем, официально изданные материалы, директивы, указы и т.п. Метод ориентированных семинаров подготавливает к эффективному и результативному изучению новых знаний, аспектов или проблем;
- системные – эти семинары проводятся для наиболее полного ознакомления с различными проблемами, которые имеют прямое или косвенное отношение к обсуждаемой проблеме.

Метод системных семинаров расширяет границы знаний студентов, не замыкается в тесном кругу темы или учебного курса, помогает выявить причинно-следственные связи явлений, активизирует интерес к изучению различных сторон общественно-экономической жизни.

Учебные же дискуссии проводятся по следующим причинам:

- по материалам лекций;
- по результатам практических занятий;

- по проблемам, которые были предложены студентам или преподавателям, если у студентов возникли трудности;
- по фактам и событиям из практики рассматриваемой сферы деятельности;
- по изданиям в печати.

Учебная дискуссия хорошо применяется во многих учебных заведениях и в большинстве случаев дает хорошие результаты при решении тех задач при решении которых другие методы менее результативны. Учебная дискуссия означает обмен мнениями по конкретной проблеме. При помощи данного метода обучающиеся получают новые знания, утверждаются в своем собственном мнении, учатся отстаивать свое мнение.

Важнейшей функцией учебной дискуссии является побуждение познавательного интереса, дополнительными являются: воспитывающая, развивающая, обучающая и контрольно – коррекционная функция.

Одним из главнейших условий продуктивности применения учебной дискуссии является предварительная подготовка обучающихся к его проведению, как в содержательном, так и формальном отношении.

Содержательная подготовка предполагает накопление нужных знаний по необходимой теме, а формальная – выбор нужной формы изложения данных знаний. Без необходимых знаний учебная дискуссия становится пустой, пустословной и малосодержательной, а без умения выражать свои мысли, убеждать противников – потерявшей увлекательности, бессмысленной. Потому обучающиеся должны формировать у себя способность четко и точно излагать свои мысли, однозначно выражать вопросы, ставить нужные доказательства.

Учебная дискуссия используется как при изучении гуманитарных наук – истории, педагогики, психологии, литературы, обществоведения, искусства, он также может быть применен при изучении физики, химии, биологии.

Дискуссии помогают обучающимся закрепить необходимый материал

Основу мыслительной деятельности студенческой аудитории составляет диалогическое общение, один студент высказывает своё мнение, другой продолжает или опровергает её. Как правило, этот вид деятельности требует постоянного умственного усилия, мыслительной работы. Эта форма учит студентов внимательно слушать выступления других, развивает аналитические способности, учит сравнивать, определять главное, критически оценивать полученную информацию, доказывать и объяснять выводы.

Педагогу дискуссии показывают уровень знаний обучающихся, особенности мышления и наводят на необходимое русло дальнейшей работы. Особо результативны дискуссии в воспитательном значении. При помощи них определяются особенности темперамента, характера, мышления и памяти, но и налаживаются недостатки общения и поведения.

Особенности коллективной мыслительной деятельности заключаются в том, что в ней есть жесткая зависимость деятельности отдельного студента от сокурсника; решает психологические проблемы коллектива; происходит «передача» действия от одного участника другому; формируются навыки самоуправления.

Этим же задачам посвящены деловые игры как одна из действенных форм подготовки специалиста к будущей профессии.

Деловые игры, которые, разработаны на определенных ситуациях, включают обучающихся в сферу трудовой деятельности, развивают у них способность к острой оценке выполнения действий, к умению находить решение по его улучшению и является мощным толчком стимуляции индивидуальной работы обучающихся по получению профессиональных знаний и навыков. Полученные в процессе деловой игры реальные навыки позволяют молодому специалисту воздержаться от неполадок, которые возможны при переходе к индивидуальной трудовой деятельности.

В зависимости от типа практики и целей участников деловые игры разделяют на:

- учебные,
- исследовательские,

- управленческие,
- аттестационные.

Также деловые игры классифицируются по следующим основаниям:

- по времени проведения,
- по результативности,
- по методологии и т.п.

При разработке деловой игры важными пунктами являются определение темы и целей. В теме деловой игры выражены: характер деятельности; масштаб управления; состав ступеней и условия обстановки.

Для определения целей разработчику нужно ответить на несколько важных вопросов:

- Почему проводится предлагаемая деловая игра?
- Для какой группы обучаемых?
- Чему необходимо их обучать?
- К какому результату стремится.

При постановке целей надо уметь отличать учебные цели игры, которые ставит руководитель игры, от целей действий её участников, которые ставятся ими, опираясь на игровые роли.

Специфической чертой деловой игры является ее допустимость образования цели самими студентами.

Залогом успеха игры является правильный выбор темы, определение проблемы и ее причинности, образование служб, команд, выбор противников с учетом собственных способностей учащихся и микроклимата в группе, ясная разработка задания для индивидуальных заданий. Создание атмосферы соревнования обеспечивает творческий подход учащихся к решению поставленных задач.

Успех игры зависит от ряда факторов: организационных, методических, психологических, технических и других. На качественность и результативность игры влияют:

- верный выбор темы игры, учитывая ее современность, спорные возможности внутри той цели, которую ставит обучаемый;
- выбор участников, разделение участников на подгруппы, учитывая знания обучающихся в учебной группе;
- организация структурно – логической схемы предстоящей игры, подготовка заданий по каждой подгруппе;
- полное исследование обучающимися источников исследуемой темы, переработка разных вариантов решений подгруппами, центрами, проведение технической документации;
- подготовка, сбор сценария игры, учитывая резервные ситуации;
- обработка каждой назначенной группой выступлений внося поправки в суть игры;
- исполнение игры с заблаговременным решением необходимых моментов;
- проверка результатов игры и ее оценка.

Всякий отдельный обучающийся может показать как свою подготовку, так и проявить организаторские способности, умение находить всевозможные решения профессиональных задач.

В конце игры студенты при участии преподавателя подводят итоги игры: рассматривается индивидуальная активность участников игры, качество составленной документации, правильность выполнения расчетов. По сумме набранных баллов определяется победитель деловой игры.

Игры предоставляют возможность имитировать похожие производственные ситуации, в ходе которых ее участники ведут напряженную умственную работу, совместно ищут индивидуальные решения проблемы, используя теоретические знания и собственный практический опыт.

Интересной формой обучения так же является так называемый «мозговой штурм».

Методика «мозгового штурма» активно хорошо применяется в различных сферах человеческой деятельности.

Одним из вариантов методики «мозгового штурма» является телепередача «Что? Где? Когда?».

Тем не менее, психологический потенциал этой методики в недостаточном объеме используется в сфере образования. А такие психотехнологии, легкие в применении, могут быть эффективным ин-

струментом в работе с педагогами.

Метод мозгового штурма позволяет получить большое количество предложений для создания моделей. Главнейшее условие мозгового штурма – не разрешается критика, потому что критика тормозит наше воображение. Выделяют: прямую мозговую атаку, метод типа комиссий, метод обмена мнениями.

Технологии мозгового штурма полезны: для совместного принятия решений, для развития творческих возможностей, для развития смысловой, общительной и эмоциональной грамотности.

Нынешнему студенчеству недостаточно лишь овладения программным материалом. Но- вые кадры России должны уметь постоянно совершенствовать свои знания, вырабатывать навыки исследователя. Приобщение к творчеству будущих специалистов в области педагогики требует серьез- ной опоры на самостоятельность студентов, их серьезную заинтересованность в будущей профессии. Современному обществу требуется личность, ориентированная на собственное всестороннее развитие, как на самоцель [4].

Эти требования к подготовке специалистов высшей квалификации в особой степени значимы для педагогического ВУЗа, так как социальное и профессиональное лицо его выпускников во многом определяется изменениями, происходящими в нашем обществе. Так, школьные учителя, с одной стороны, используют в своей деятельности достижения педагогической науки для совершенствования своего мастерства, а с другой – учитель выступает в роли источника самой науки (опыт учителей изучается, анализируется и служит для ученых своеобразной основой педагогических концепций). Сегодня уже ни один исследователь не может обойтись без участия учителя в своей опытно-экспериментальной работе [1].

Проблема формирования творческой личности выдвигается на передовые позиции педагогики и психологии. Это направление в науке рассматривается с разных позиций: место творчества в ценностных ориентациях личности (Б.Г.Ананьев, В.Г.Афанасьев, Л.Н.Коган); активность в творческом познании (К.А.Абульханова-Славская, Д.Б.Богоявленская); творчество и деятельность (Л.С.Выготский, А.Н. Леонтьев, С.Л.Рубинштейн).

Весьма важны в русле рассматриваемой проблемы работы Е.В.Бондаревской, В.А.Кан-Калик, Н.Д.Никандрова, В.А.Сластенина, Е.Н.Шиянова, а так же Ф.К. Савиной, Н.Ф. Талызиной .

В решении этой задачи педагогическими ВУЗами России накоплен определенный опыт. При том, что студенты участвуют в Студенческих форумах, научных конференциях, они так же совместно со своими преподавателями включаются в исследования заинтересовавших их тем и проблем, пишут курсовые и дипломные работы. Создание в ВУЗах магистратур по психолого-педагогическому направлению значительно усилило значимость и необходимость научно-исследовательской подготовки выпускников [10].

Тем не менее, значительная часть студентов все же не получает необходимых исследовательских умений и навыков.

Многолетний опыт работы в педагогическом ВУЗе позволил сделать вывод о необходимости раннего включения студентов в научный поиск. Уже на первых занятиях по дисциплине «Введение в педагогическую деятельность» при рассмотрении предмета, задач, методов педагогических исследований, мы сообщаем первокурсникам о проблемах, над которыми работают преподаватели кафедры, о возможных формах участия студентов в этих исследованиях, представляем наиболее яркие фрагменты из студенческих научных рефератов, подробно рассказываем о каком-либо конкретном научно- исследовательском поиске и соответствующих ему эвристических процедурах.

Из всего вышесказанного следует, что для улучшения познавательной активности студентов, преподаватель высшей школы располагает множеством различных разработанных и апробированных методов, которые он имеет возможность использовать в своей педагогической деятельности.

Список литературы

1. Балаев А.А. Активные методы обучения. – М., - 2006

2. Вербицкий А.А.Активное обучение в высшей школе – контекстный подход /А.А.Вербицкий. – М., 1991.
3. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения/И.Я.Лернер. –М., 1981.
4. Магомедова З.М. Студенческая кафедра этнопедагогики как форма приобщения студентов к педагогической культуре народа /Мир науки.2016. Т.4 (Идентификационный номер статьи в журнале: 58PDMN216).
5. Махмутов М.И. Проблемное обучение /М.И.Махмутов.—М., 1975.
6. Мухина С.А. Нетрадиционные педагогические технологии в обучении /С.А.Мухина, А.А.Соловьева. – Ростов-на-Дону, 2004.
7. Никандров Н.Д. Проблема ценностей в подготовке учителя/Н.Д. Никандров//Магистр.—1994.-№6.
8. Рыбальский В.И. Деловые игры в учебном процессе. Программированное обучение. – Киев, Вища школа, 1980.
9. Селевко Г.К. Педагогические технологии на основе активизации, интенсификации и эффективного управления УВП/Г.К.Селевко.—М., 2005.
10. Смолкин А.М. Методы активного обучения. – М., - 1991

УДК 159.9.07

ГЛАВА 2. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ

КРЯЖЕВА ЕЛЕНА ВЯЧЕСЛАВОВНА
к.психол.н, доцент
ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»
ВИНОГРАДСКАЯ МАРИНА ЮРЬЕВНА
к.пед.н, доцент
ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»
ВИНОГРАДСКИЙ ВАДИМ ГЕННАДИЕВИЧ
к.пед.н, доцент
ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»

Аннотация: современное общество часто рассматривает вопросы профессионального становления человека, поэтому процесс профессионального развития студентов рассматривается как поэтапное решение комплекса учебно-профессиональных задач различного уровня сложности и приближенности к реальным условиям будущей профессиональной деятельности. Авторами обобщены вопросы трансформации мотивов, итоги исследования структуры мотивационной сферы личности и особенностей учебно-педагогической мотивации студентов.
Ключевые слова: профессиональное становление, структура мотивационной сферы личности, особенности учебно-педагогической мотивации студентов

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF TRAINING AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF STUDENTS MOTIVATION

Kryazheva Elena Vyacheslavovna,
Vinogradskaya Marina Yurievna,
Vinogradskyy Vadim Gennadievich

Abstract: modern society often treats questions professional development, so the process of professional development of students is seen as gradual solution of complex educational and professional tasks at various levels of complexity and approximation to real conditions the future professional activity. The authors summarized the issues of transformation of motives, the results of the study of the structure of the personality and the particularities of motivational sphere of pedagogical students ' motivation.
Key words: professional formation, the structure of the motivational sphere of personality, especially pedagogical motivation of students

Введение. Социально-экономические процессы, происходящие в российском обществе, изменили требования к профессиональной подготовке выпускников вузов. Одной из ее главных особенностей стало практико-ориентированное обучение, которое позволяет формировать мотивационную направленность личности студентов на выбранную профессию еще на этапе обучения в вузе. С позиций психологической концепции профессионального становления человека, которой придерживаются и авторы данной работы, процесс профессионального развития студентов рассматривается как поэтапное решение комплекса учебно-профессиональных задач различного уровня сложности и приближенности к реальным условиям будущей профессиональной деятельности. Важнейшим условием освоения деятельности является принятие ее обучаемым, что осуществляется, прежде всего, по линии трансформации мотивов, поскольку именно мотив является конституирующим признаком той или иной деятельности. Поэтому, одной из детерминант деятельности будущего профессионала является мотивация.

Предпринято множество попыток выделить направления изучения мотивации: мотивацию исследуют в связи с классификацией различных мотивов по группам; эффективностью учебной деятельности и необходимостью ее активизации; раскрытием профессиональных мотивов в рамках исследований профессиональной направленности и др. Ряд авторов [4, с.14] отмечает, что релевантными деятельности учения являются учебные (познавательные) мотивы, тогда как практическая деятельность мотивируется профессиональными. Многие исследователи обращают внимание на то, что в процессе освоения профессии происходит развитие и трансформация мотивационной структуры субъекта деятельности.

Следует отметить, что развитие мотивации является необходимым условием успешности профессиональной деятельности выпускника вуза. Мотивационные механизмы обеспечивают селективность и избирательность в работе познавательных процессов и связаны со спецификой подготовки студентов по определенному направлению.

В данной работе представлены результаты теоретического и эмпирического исследования проблемы особенностей мотивационной сферы личности, динамики учебной и профессионально-педагогической мотивации студентов физико-технологического института КГУ им. К.Э. Циолковского.

2.1. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ

Проблема мотивации является одной из фундаментальных проблем как отечественной, так и зарубежной психологии. Ее значимость связана с анализом источников активности человека, побудительных сил его деятельности, поведения. Значительный вклад в разработку теории мотивации внесли отечественные психологи П.К. Анохин, Н.А. Бернштейн, Е.П. Ильин, А.Н. Леонтьев, Б.Ф. Ломов С.Л. Рубинштейн и др., которые установили, что мотивация объясняет целенаправленность действия, организованность и устойчивость целостной деятельности, направленной на достижение определенной цели. При изучении мотивации (В.Г. Асеев, Дж. Аткинсон, Л.И. Божович, Б.И. Додонов, А. Маслоу, Е.К. Савонько) продуктивным является представление о ней как о сложной системе, в которую включены определенные иерархизированные структуры. Важно также положение исследователей о том, что структура мотивационной сферы - не застывшее, статическое, а развивающееся, изменяющееся в процессе жизнедеятельности образование.

Учебная мотивация в психолого-педагогической литературе определяется как частный вид мотивации, включенной в деятельность учения, учебную деятельность. При этом, как подчеркивает А.Н. Леонтьев, они не содержатся в природной основе человека, а составляют момент его социальной сущности [7]. При обучении в вузе школьно-учебная деятельность трансформируется в учебно-профессиональную. Данный вид учебной деятельности ориентирован на формирование психологической системы профессиональной деятельности, что, в целом, и является одним из основных результатов профессионального обучения человека в вузе.

Учебно-профессиональная деятельность – это особая форма учебной деятельности, результа-

том которой является формирование профессиональных знаний, умений и навыков, а также развитие качеств личности профессионала и профессиональных способностей. Данная форма учения подчиняется базовым закономерностям, характерным для учебной деятельности в целом, обладает также и специфическими особенностями. Эта специфика определяется тем, что учебно-профессиональная деятельность обеспечивает формирование и развитие субъекта труда [9].

В работах ряда авторов отмечается, что, в отличие от школьно-учебной деятельности, учебно-профессиональная деятельность исследована явно недостаточно. В специально организованных эмпирических исследованиях студентов было установлено, что учебно-профессиональная деятельность не является однородной. Было показано, что на первом курсе студенты пытаются реализовать те способы и приемы учебной деятельности, которые сформировались у них в школе. И только поняв, по результатам обучения, что они не эффективны, приступают к построению новых форм учебной деятельности. На втором курсе у студентов начинает складываться учебно-академическая форма учебной деятельности, которая является адекватным средством освоения фундаментальных предметных знаний и умений. Эта форма учебной деятельности, также как и школьная, направлена на освоение теоретических знаний и умениям оперировать ими.

Собственно учебно-профессиональная деятельность начинает формироваться у студентов только на четвертом курсе, когда студенты проходят большую производственную (в данном случае педагогическую) практику. В отличие от учебно-академической данный вид учебной деятельности ориентирован на формирование психологической системы профессиональной деятельности, что, в целом, и является одним из основных результатов профессионального обучения человека в вузе. Приобретенные средствами учебно-академической деятельности знания и умения включаются в структуру и учебно-профессиональной и зарождающейся профессиональной деятельности в качестве средств их реализации.

В учебно-профессиональной мотивации как многомерной и многоуровневой системе среди прочих ее форм выделяется профессиональная направленность, определяемая как отношение студента к избранной специальности. Описаны четыре различные по содержанию и уровню обобщенности формы учебно-профессиональной мотивации: отношение к профессии, к учебной деятельности, к учебному процессу и к изучаемым дисциплинам (параметры многомерности). Многоуровневость отражает степень влияния мотивов, составляющих ту или иную структуру, на эффективность учебной деятельности. Наиболее существенное влияние на формирование значимой для профессионального становления студентов мотивации оказывает характер организации и управления познавательной деятельностью студентов. Познавательная деятельность студентов является той областью, в которой возможно формирование мотивов, значимых для их профессионального становления [11].

Как отмечает Ю.П. Поваренков [10], не исчезает и сама психологическая структура учебно-академической деятельности, она в свернутом виде включается в состав психологической системы профессиональной деятельности. Она актуализируется и разворачивается субъектом труда всякий раз, когда возникает необходимость пополнить свой багаж теоретических знаний.

Таким образом, весь период обучения в вузе можно разделить на последовательные этапы подготовки студентов к профессиональной деятельности, в каждом из которых организационные характеристики учения имеют свои особенности, что приводит к изменениям в структуре мотивации учения студентов. Источником профессионального развития является комплекс противоречий в системе отношений «требования профессии – возможности и потребности человека» [9,], которые разрешаются через развитие профессиональных способностей и структуры профессиональных мотивов.

Важным условием перестройки всей мотивационной сферы личности выступает тип управления учением, строящийся в ситуации совместной продуктивной деятельности преподавателя и студентов. Средствами, влияющими на актуализацию мотивов учения, являются: введение в учебные ситуации творческих и продуктивных задач, имеющих профессиональную значимость, последовательная перестройка форм учебного взаимодействия и сотрудничества преподавателя и студентов [5].

Анализируя структуру и процесс деятельности, А.Н. Леонтьев указывает, что постоянно происходят трансформации, затрагивающие и мотивацию как подструктуру деятельности и личности. Следова-

тельно, развитие профессиональных мотивов может и должно иметь место в результате трансформации познавательных мотивов, и наоборот; формирование других выступает критерием развития деятельности и личности как ее субъекта. При этом «никакое преобразование отдельных «осколков» деятельности вообще невозможно ибо «это означало бы собой не трансформацию деятельности, а ее деструкцию» [6,с.58].

Однако, с нашей точки зрения, остаются недостаточно изученными вопросы, касающиеся процесса развития содержания и структуры мотивации на различных этапах обучения, трансформации учебной мотивации в профессиональную, о степени влияния различных мотивов на успешность учебной деятельности и др. Вышесказанное и определило выбор направления эмпирического исследования проблемы.

2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МОТИВАЦИОННОЙ СФЕРЫ ЛИЧНОСТИ И ОСОБЕННОСТЕЙ УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ

Мы исследовали динамику мотивационной сферы личности, учебной и профессионально-педагогической мотивации, которые, на наш взгляд, являются ведущими в деятельности студентов любого профиля. Выборка состояла из 75 студентов физико-технического института КГУ им. К.Э. Циолковского, обучающихся по направлениям «Педагогическое образование» (профиль «Технологическое образование) и «Профессиональное обучение».

Для исследования мотивационных особенностей студентов использовались: опросник мотивации В.К. Гербачевского (позволяет выявить структуру мотивационной сферы личности); методика диагностики учебной мотивации (А.А. Реан, В.А. Якунин, модификация Н.Ц.Бадмаевой); методика самооценки профессионально-педагогической мотивации (адаптирована Н.П. Фетискиным).

На первом курсе наиболее выражены мотивы, связанные с намеченным уровнем мобилизации усилий (Хср=17,14; Кв=18,14), а также познавательные мотивы (Хср=16,64; Кв=18,49) и мотивы самоуважения (Хср=16,64; Кв=16,59). При этом выборка достаточно однородна по данным показателям (Кв находится в пределах 25%). Это означает, что на первом курсе преобладает мотив, связанный с прогнозными оценками деятельности субъекта: намеченный уровень мобилизации усилий, необходимых для достижения целей деятельности, а также познавательный мотив, который связан с интересом к результатам своей деятельности и мотив самоуважения, выражающийся в стремлении субъекта ставить перед собой все более трудные цели в однотипной деятельности.

С первого ко второму курсу уменьшается значимость мотива избегания, оценка собственного потенциала, намеченный уровень мобилизации усилий, возрастает значимость мотивов, связанных с ожидаемым уровнем результатов деятельности ($p<0,05$).

На втором курсе преобладают мотивы, связанные с проявлением инициативности (Хср=14,83; Кв=19,88) и познавательные мотивы (Хср=15,41; Кв=21,85). Это означает, что у студентов 2 курса преобладают познавательные мотивы, связанные с проявлением интереса к результатам своей деятельности и компонент причинных факторов деятельности, выражающийся в проявлении инициативы и находчивости при решении поставленных задач.

От второго к третьему курсу возрастают мотивы значимости результата ($p<0,05$). Это говорит о том, что на третьем курсе более личностнозначимы результаты собственной деятельности. На третьем курсе доминируют познавательные мотивы (Хср=16,31; Кв=15,3) и мотивы, связанные с оценкой своего потенциала (Хср=15,31; Кв=22,96).

У студентов четвертого курса преобладают познавательные мотивы (Хср=16,73; Кв=16,82) и мотивы, связанные с закономерностью результатов (Хср=15,13; Кв=13,7). Это можно объяснить тем, что студенты начинают подводить итоги своего обучения в вузе, более объективно оценивать результаты своей деятельности и свои возможности в достижении поставленных целей.

Подводя итог анализу мотивационной структуры личности студентов, можно отметить следующие тенденции в количественном изменении ее содержания: на протяжении всего обучения в вузе у студентов понижается мотив избегания, состязательный мотив, намеченный уровень мобилизации

усилий, закономерность результатов; возрастает значимость мотива смены деятельности и значимость результатов ($p<0,05$).

Из результатов диагностики учебной мотивации студентов следует, что на первом курсе наиболее выражены коммуникативные мотивы (Хср=3,92; Кв=22,16) и учебно-познавательные мотивы (Хср=3,51; Кв=20,00), третье место занимают профессиональные мотивы. На втором и третьем курсах преобладают коммуникативные (Хср=4,04, Кв=26,22; Хср=3,76, Кв=18,66) и социальные мотивы (Хср=3,66; Кв=17,76; Хср=3,5; Кв=23,88), третье место занимают мотивы престижа. С третьего к четвертому курсу повышается значимость учебно-познавательных мотивов ($p<0,05$). На четвертом курсе наибольшую выраженность также имеют коммуникативные (Хср=3,77; Кв=14,53) и социальные мотивы (Хср=3,57; Кв=19,69), хотя показатели по ним снижаются по сравнению со вторым и третьим курсами, третье место по значимости занимают мотивы творческой самореализации.

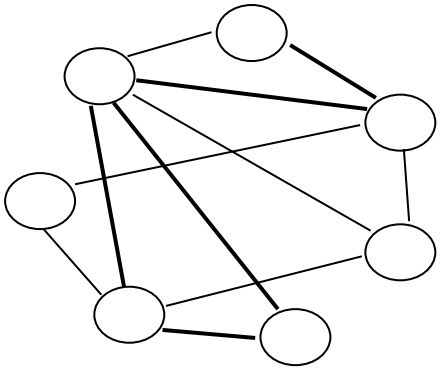


Рис. 1. Структура учебной мотивации студентов 1 курса

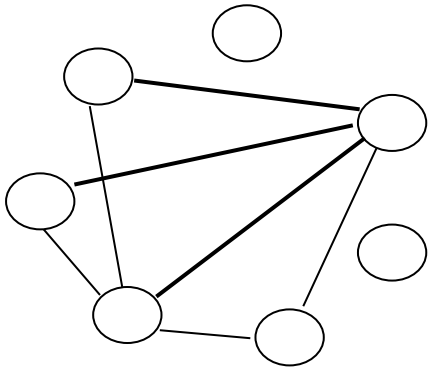


Рис. 2. Структура учебной мотивации студентов 2 курса

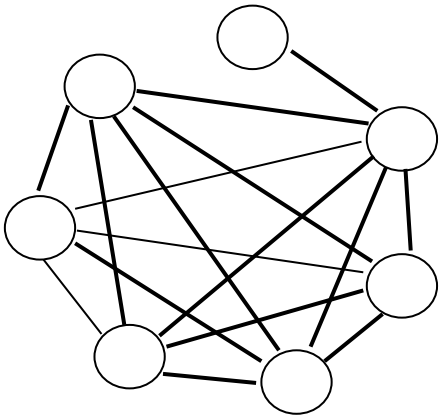


Рис. 3. Структура учебной мотивации студентов 3 курса

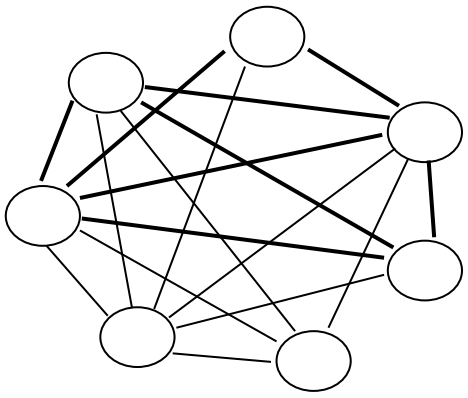


Рис. 4. Структура учебной мотивации студентов 4 курса

Примечание: 1. Коммуникативные мотивы; 2. Мотивы избегания; 3. Мотивы престижа; 4. Профессиональные мотивы; 5. Мотивы творческой самореализации; 6. Учебно-познавательные мотивы; 7. Социальные мотивы.

Примечание 2 ($p<0,01$) ——— **($p<0,05$)** ———

Таким образом, на протяжении обучения в вузе изменяется содержание учебной мотивации студентов. На всех курсах высокую значимость имеют коммуникативные мотивы, которые также показывают значимость коммуникативных мотивов для обучения в вузе. При этом происходят изменения значимости других мотивов: на первом курсе второе место по значимости занимают учебно-познавательные мотивы; на втором, третьем и четвертом курсах – социальные мотивы.

Для уточнения динамики мотивации с первого по четвертый курс, обратимся к анализу структуры учебной мотивации. Анализ изменения структуры учебной мотивации представлен на рисунках 1-4.

Анализируя представленные корреляционные плеяды, следует отметить, что структура мотивации изменяется. Это проявляется в том, что изменяется количество и сила взаимосвязей, а также на разных курсах различные компоненты играют ведущую роль.

На первом курсе наибольшее количество значимых взаимосвязей имеют коммуникативные мотивы, мотивы престижа, учебно-познавательные мотивы. Эти мотивы являются ведущими в структуре учебной мотивации.

На втором курсе наибольшее количество значимых взаимосвязей имеют мотивы: мотивы престижа, учебно-познавательные мотивы. Эти мотивы являются ведущими в структуре учебной мотивации на втором курсе. Мотивы избегания и профессиональные мотивы не имеют значимых взаимосвязей.

На третьем курсе наибольшее количество значимых взаимосвязей имеют коммуникативные мотивы, мотивы престижа, учебно-познавательные мотивы, мотивы творческой самореализации, социальные мотивы, профессиональные мотивы; при этом наибольшее количество сильных значимых взаимосвязей имеют мотивы престижа, коммуникативные мотивы и мотивы творческой самореализации.

На четвертом курсе наибольшее количество значимых взаимосвязей имеют следующие мотивы: мотивы престижа, учебно-познавательные, социальные мотивы. При этом наибольшее количество сильных значимых взаимосвязей имеют мотивы престижа и социальные мотивы. Они являются ведущими в структуре учебной мотивации

Обратимся к результатам исследования самооценки профессионально-педагогической мотивации. На первом и на втором курсе наибольшее значение имеют мотивы, связанные с эпизодическим любопытством (Хср=8,27; Кв=37,4; Хср=9,66; Кв=32,21 соответственно). Третий курс характеризуется высокими показателями мотивов, связанных с равнодушным отношением (Хср=9,36; Кв=20,82). На четвертом курсе наиболее выражены мотивы, связанные с эпизодическим любопытством (Хср=9,39; Кв=20,59).

С первого по четвертый курс значимо снижается выраженность мотивов эпизодического любопытства ($p<0,05$).

Для нашего исследования было важно определить взаимовлияние учебных и профессионально-педагогических мотивов в период обучения студентов в вузе. Для выявления такой взаимосвязи использовался анализ корреляционных связей между компонентами учебной и профессионально педагогической видов мотивации (таблицы 1-3).

На первом курсе статистически значимых корреляционных связей между компонентами структуры учебной и профессионально-педагогической мотивации выявлено не было. Это может свидетельствовать о том, что в обучении они не связаны и развиваются параллельно.

На втором курсе одним из ведущих является мотив престижа, который связан с формированием потребности осваивать выбранную профессию, что выражается в любознательности, направленной на развитие личности и эпизодическом любопытстве к выбранной профессии. Учебно-познавательные мотивы связаны с эпизодическим любопытством к педагогической профессии. При этом, следует отметить, что профессиональная потребность (как высшая степень выраженности педагогической мотивации) связана с мотивами престижа и социальными мотивами. Это может свидетельствовать о том, что побуждения к педагогической деятельности связаны с престижностью будущей профессии, с возможностью установления социальных контактов в рамках учебной деятельности, которые предоставляет профессия, и удовлетворении потребности в общении.

На третьем курсе выявлено самое высокое число значимых связей между компонентами учебной и профессионально-педагогической мотивации. Одним из ведущих мотивов также как и на втором курсе является мотив престижа, который имеет наибольшее количество взаимосвязей с компонентами профессионально-педагогической мотивации. Следует отметить, что все компоненты учебной мотивации так или иначе связаны с профессионально-педагогической мотивацией. Профессиональная потребность связана со всеми компонентами учебной мотивации (кроме мотивов избегания), что может свидетельствовать о том, что побуждения к профессиональной педагогической деятельности связаны с различными мотивами, реализуемыми в учебной деятельности.

Таблица 1

Корреляционные связи между компонентами учебной и профессионально-педагогической мотивации на 2 курсе

Компоненты ППМ / Компоненты УМ	ПП	ФИ	РЛ	ПЗ	ЭЛ	РО
КМ		r_s = 0. 695 p <0.05			r_s = 0. 68 p <0.05	
МИ						
МП	r_s = 0. 591 p<0.05		r_s = 0. 599 p <0.05		r_s = 0. 726 p <0.05	
ПМ			r_s = 0. 773 p <0.01			
МТС						
УПМ					r_s = 0. 613 p <0.05	
СМ	r_s = 0. 614 p<0.05		r_s = 0. 749 p <0.001			

Примечание. Здесь и далее. 1. КМ - Коммуникативные мотивы; 2. МИ - Мотивы избегания; 3. МП - Мотивы престижа; 4. ПМ - Профессиональные мотивы; 5. МТС - Мотивы творческой самореализации; 6. УПМ - Учебно-познавательные мотивы; 7. СМ - Социальные мотивы. 1. ПП - Профессиональная потребность; 2. ФИ - Функциональный интерес; 3. РЛ - Развивающая любознательность; 4. ПЗ - Показная заинтересованность; 5. ЭЛ - Эпизодическое любопытство; 6. РО - Равнодушное отношение.

Таблица 2

Корреляционные связи между компонентами учебной и профессионально-педагогической мотивации на 3 курсе

Компоненты ППМ / Компоненты УМ	ПП	ФИ	РЛ	ПЗ	ЭЛ	РО
КМ	r_s = 0. 53 p ≤ 0.01					r_s = 0. 494 p ≤ 0.05
МИ				r_s = 0. 621 p ≤ 0.001		r_s = 0. 469 p ≤ 0.05
МП	r_s = 0. 44 p ≤ 0.05		r_s = 0. 402 p ≤ 0.05	r_s = 0. 488 p ≤ 0.05		r_s = 0. 52 p ≤ 0.01
ПМ	r_s = 0. 524 p ≤ 0.01		r_s = 0. 462 p ≤ 0.05			
МТС	r_s = 0. 633 p ≤ 0.001	r_s = 0. 402 p ≤ 0.05	r_s = 0. 42 p ≤ 0.05			
УПМ	r_s = 0. 538 p ≤ 0.01					
СМ	r_s = 0. 563 p ≤ 0.01					r_s = 0. 431 p ≤ 0.05

На четвертом курсе число значимых корреляционных связей уменьшается. При этом, одними из ведущих мотивов являются: мотивы престижа, учебно-познавательные, социальные мотивы. При этом учебно-познавательные мотивы связаны с функциональным интересом к профессии, социальные мотивы и мотивы престижа – с развивающейся любознательностью. Компонент «профессиональная потребность» с компонентами структуры учебной мотивации связей не имеет, это может свидетельствовать о том, что побуждения к профессиональной педагогической деятельности не связаны с побуждениями к учебной деятельности.

Таблица 3

Корреляционные связи между компонентами учебной и профессионально-педагогической мотивации на 4 курсе

Компоненты ППМ / Компоненты УМ	ПП	ФИ	РЛ	ПЗ	ЭЛ	РО
КМ					$r_s = 0.55$ $p \le 0.01$	
МИ			$r_s = 0.446$ $p \le 0.05$			
МП			$r_s = 0.475$ $p \le 0.05$			
ПМ					$r_s = 0.631$ $p \le 0.001$	
МТС		$r_s = 0.418$ $p \le 0.05$				
УПМ		$r_s = 0.484$ $p \le 0.05$				
СМ			$r_s = 0.499$ $p \le 0.05$			

Можно отметить следующие тенденции: с первого к третьему курсу возрастает количество значимых взаимосвязей между компонентами профессионально-педагогической и учебной мотивацией, к концу обучения – постепенно снижается. При этом на первом курсе отсутствуют значимые взаимосвязи, что говорит о том, что побуждения студентов к учебе не связаны с их будущей профессионально-педагогической деятельностью. На втором курсе побуждения к педагогической деятельности связаны с престижностью будущей профессии, с возможностью установления социальных контактов в рамках учебной деятельности, которые предоставляет профессия, и удовлетворении потребности в общении. На третьем курсе побуждения к профессиональной педагогической деятельности связаны с различными мотивами, реализуемыми в учебной деятельности (кроме мотива избегания). К четвертому курсу число значимых взаимосвязей между компонентами учебной и профессионально-педагогической мотивации уменьшается. При этом компонент «профессиональная потребность» с компонентами структуры учебной мотивации связей не имеет, это может свидетельствовать о том, что побуждения к профессиональной педагогической деятельности не удовлетворяются в учебной деятельности, а удовлетворяются в собственно профессиональной деятельности.

Это может свидетельствовать о том, что происходит постепенная дифференциация профессионально-педагогических мотивов и мотивов учебной деятельности в процессе профессионального обучения: от отсутствия взаимосвязей на первом курсе, к увеличению и максимальной слитности профессионально-педагогической и учебной мотивации на третьем курсе с последующей постепенной дифференциацией к концу обучения.

Для того чтобы проследить значимость отдельных мотивов для эффективности учебной деятельности, был проведен корреляционный анализ различным видов мотивации и академической успеваемости студентов.

Из концепции профессионального становления человека следует, что успеваемость является диахроническим критерием продуктивности профессионального развития человека на стадии его профессионального обучения. Она свидетельствует о степени соответствия возможностей и способностей человека учебным и профессиональным требованиям.

Рассмотрим взаимосвязь академической успеваемости (АУ) с компонентами мотивационной сферы (методика В.К. Гербачевского) и компонентами, входящими в состав учебной мотивации (методика А.А. Реана и В.А. Якунина).

На первом курсе выявлена отрицательная взаимосвязь АУ с мотивом смены деятельности (методика В.К. Гербачевского); на втором курсе выражена отрицательная взаимосвязь АУ с оценкой уровня достигнутых результатов (методика В.К. Гербачевского); на третьем курсе мы установили положительную взаимосвязь АУ и учебно-познавательных мотивов (методика А.А. Реана и В.А. Якунина); на четвертом курсе наблюдается отрицательная взаимосвязь АУ с мотивом самоуважения (методика В.К. Гербачевского); положительная взаимосвязь АУ с учебно-познавательными мотивами (методика А.А. Реана и В.А. Якунина).

Между компонентами структуры профессионально-педагогической мотивации (Н.П. Фетискин) и АУ значимых взаимосвязей не выявлено ни на одном курсе.

Данные тенденции могут свидетельствовать о том, что в первую очередь, более релевантными учебной деятельности являются учебные мотивы, а не мотивы профессионально-педагогические, следовательно, эффективность деятельности в большей степени связана именно с этими мотивами.

В процессе обучения в вузе происходит изменение значимых для эффективности деятельности мотивов. Если на первом и втором курсах эффективность деятельности связана с компонентами мотивационной структуры в целом, то на старших курсах эффективность учебной деятельности взаимосвязана также и с компонентами с учебной мотивации; а к окончанию учебы эффективность учебной деятельности в большей степени связана с мотивационной структурой личности в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя данные о содержании, количественных и качественных показателях изменения структуры учебной мотивации и взаимосвязи учебной мотивации и профессионально-педагогической мотивации у студентов физико-технологического института вуза, можно предположить, что существует три основных этапа ее развития.

Первый этап связан с преобладанием выраженности в мотивационной структуре мотивов, связанных с намеченным уровнем мобилизации усилий, познавательных мотивов, которые связаны с интересом к результатам своей деятельности и мотивов самоуважения, выражающихся в стремлении субъекта ставить перед собой все более трудные цели в однотипной деятельности; а также компонентов мотивации, выражающихся в проявлении инициативы и находчивости при решении поставленных задач.

В учебной мотивации преобладают коммуникативные мотивы, также имеют значимость учебно-познавательные и социальные мотивы. В профессионально-педагогической мотивации преобладает эпизодическое любопытство к профессии. В структуре учебной мотивации на данном этапе ведущими являются коммуникативные мотивы, мотивы престижа, учебно-познавательные мотивы. В начале данного этапа отсутствуют значимые взаимосвязи учебной и профессионально-педагогической мотивации, что говорит о том, что побуждения студентов к учебе не связаны с их будущей профессионально-педагогической деятельностью. К концу этого этапа появляются взаимосвязи учебной и профессионально-педагогической мотивации. При этом следует отметить, что профессиональная потребность (как высшая степень выраженности педагогической мотивации) связана с мотивами престижа и социальными мотивами. Это может свидетельствовать о том, что побуждения к педагогической деятельно-

сти связаны с престижностью будущей профессии, с возможностью установления социальных контактов в рамках учебной деятельности, которые предоставляет профессия, и удовлетворении потребности в общении.

К концу второго курса структура учебной мотивации «сворачивается», что свидетельствует об окончании одного цикла развития. При этом следует отметить, что на данном этапе развития не выявлено положительной взаимосвязи мотивации с эффективностью деятельности. Эффективность деятельности имеет отрицательную взаимосвязь с компонентами мотивационной структуры личности: с мотивом смены деятельности, с оценкой уровня достигнутых результатов. Можно предположить, что этот этап связан со «школьным» циклом профессионального самоопределения.

На втором этапе доминируют познавательные мотивы и мотивы, связанные с оценкой своего потенциала. В учебной мотивации преобладают коммуникативные и социальные мотивы. В профессионально-педагогической мотивации выражено равнодушное отношение. На этом этапе выявлено самое высокое число значимых связей между компонентами учебной и профессионально-педагогической мотивации. Одним из ведущих мотивов является мотив престижа, который имеет наибольшее количество взаимосвязей с компонентами профессионально-педагогической мотивации. Следует отметить, что все компоненты учебной мотивации так или иначе связаны с профессионально-педагогической мотивацией. Профессиональная потребность связана со всеми компонентами учебной мотивации (кроме мотивов избегания), что может свидетельствовать о том, что побуждения к профессиональной педагогической деятельности связаны с различными мотивами, реализуемыми в учебной деятельности. Таким образом, на этом этапе в учебной деятельности удовлетворяются как профессиональные, так и учебные мотивы. При этом эффективность деятельности связана с учебно-познавательными мотивами.

Можно предположить, что этот этап связан с учебно-академическим циклом профессионального самоопределения, в процессе которого происходит накопление информации о будущей профессии, формирование более адекватных представлений о педагогической деятельности, формирование резервного плана профессионального развития.

На третьем этапе (в начале) доминируют познавательные мотивы, которые связаны с интересом к результатам своей деятельности и понимание студентами собственных возможностей в достижении целей; к концу этапа в большей степени выражено стремление ставить перед собой все более трудные цели в однотипной деятельности, и существует выраженная тенденция к смене текущей деятельности. В учебной мотивации преобладают коммуникативные, социальные мотивы; к концу обучения ведущими являются мотивы творческой самореализации, что может быть связано с реализацией в будущей профессиональной деятельности.

К концу обучения происходит «сворачивание» структуры учебной мотивации. При этом в начале этапа ведущими в структуре учебной мотивации являются мотивы престижа и социальные мотивы; к концу обучения – мотивы престижа, учебно-познавательные мотивы и социальные мотивы. В начале этого этапа в профессионально-педагогической мотивации наиболее выражены мотивы, связанные с эпизодическим любопытством; к концу обучения преобладает показная заинтересованность. Также зафиксирована положительная взаимосвязь учебно-познавательных мотивов и эффективности деятельности и отрицательная взаимосвязь эффективности деятельности и мотивов самоуважения, к концу этапа она становится положительной. Можно предположить, что этот этап связан с учебно-профессиональным циклом, в процессе которого закладывается профессиональная идентичность, формируется более гармоничный тип профессиональной направленности и т.д.

Таким образом, можно сказать, что существуют три этапа развития мотивации в процессе учебной деятельности, связанные с транформацией общей мотивационной структуры личности в мотивы, релевантные учебной и профессиональной деятельности, которые изменяются и приобретают свою специфику в процессе решения задач, стоящих перед человеком (учебных или профессиональных).

Проведенное исследование не исчерпывает всей глубины проблемы изучения динамики мотивации студентов. Предполагается расширить эмпирическую базу исследования для определения особенностей развития мотивации студентов на разных этапах подготовки бакалавриат-магистратура с учетом специфики нового поколения образовательных стандартов. Практическое применение полученных

результатов исследования видятся нам в создании новых и совершенствовании существующих психолого-педагогических технологий и способов формирования учебной и профессиональной мотивации студентов.

Список литературы

1. 1. Афанасьев, В.В. Профессионализация предметной подготовки учителя математики в педагогическом вузе [Текст] / В.В. Афанасьев, Ю.П. Поваренков, Е.И. Смирнов, В.Д. Шадриков. – Ярославль, 2000. – 389 с.
2. Вербицкий, А.А. Формирование познавательной и профессиональной мотивации / А.А. Вербицкий, Т.А. Платонова. - М., 1986. – С.14.
3. Вилюнас, В.К. Психологические механизмы мотивации человека [Текст] / В.К. Вилюнас. - М.: МГУ, 1990. – 288 с.
4. Вилюнас, В.К. Теория деятельности и проблема мотивации [Текст] / В.К. Вилюнас // А.Н. Леонтьев и современная психология. - М.: Изд-во МГУ - 1983. – С. 191-200.
5. Захарова Л.Н. Личностные особенности, стили поведения и типы, профессионально самоидентификации студентов педагогического вуза // Вопросы психологии, 1998. - № 2.
6. Леонтьев. А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. [Текст] / А.Н. Леонтьев. - М.: Изд-во Мгу, 1975. – 121 с.
7. Леонтьев, В.Г. Психологические механизмы мотивации учебной деятельности: Учеб. пособие [Текст] / В.Г. Леонтьев. - Новосибирск: НГПИ, 1987. - 89 с.
8. Леонтьев, Д.А. Современные проблемы обучения и психического развития [Текст] / Д.А. Леонтьев // Психология в Вузе. – 2003. - № 1-2. – С. 242-251.
9. Поваренков, Ю.П. Проблемы психологии профессионального становления личности [Текст] / Ю.П. Поваренков. –Ярославль - Канцлер. – 2008. – 200 с.
10. Поваренков, Ю.П. Системогенетическая концепция профессионального становления человека [Текст] / Ю.П. Поваренков // Идея системности в современной психологии. – М.: ПИ РАО. – 2005. – С. 260-285.
11. Шадриков, В.Д. Психология деятельности и способности человека: Учебн. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / В.Д. Шадриков. – М.: Логос, 1996. – 318 с.

© Е.В. Кряжева, 2017
© М.Ю. Виноградская, 2017
© В.Г. Виноградский, 2017

УДК 76.87

ГЛАВА 3. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ИНТЕРАКТИВНОГО МЕТОДА В ИНОЯЗЫЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

ИЛЬИЧЕВА ИННА ЛЕОНИДОВНА
к. ф. н., доцент
ХОТЬКО НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА
старший преподаватель
РБ, УО «БрГУ имени А.С. Пушкина»

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные вопросы использования инновационных образовательных технологий в иноязычном образовании; раскрываются психолого-педагогические особенности деятельности студентов при обучении иностранному языку с использованием мультимедийных технологий (самообразовательная активность, мотивация, психические процессы), а также оптимальные условия организации данного учебного процесса.
Ключевые слова: инновационные технологии, интерактивное обучение, иноязычная речевая деятельность, информатизация образования, межличностная коммуникация.

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF INNOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF THE INTERACTIVE METHOD IN FOREIGN LANGUAGE

Ilyichova Inna Leonidovna,
Khotko Natalya Alexandrovna

Abstract: The article considers the pressing questions of the innovative technologies use within the educational process of the foreign language acquisition; reveals the psychological features of the students' activity during multimedia foreign language studies (self-educational activity, motivation, mental processes) and the efficient conditions for organizing such an educational process.
Key words: innovative technologies, interactive training, foreign language activity, informatization of education, interpersonal communication.

Отличительным признаком современного общества является динамизм и модернизация, поэтому для стабильного развития необходимы инновации во всех сферах. Это касается практически всех социальных сфер, а в первую очередь, сферы образования. Осмысление общественных процессов позволяет говорить о том, что модернизации общества будет способствовать инновация культуры, науки и образования.

Сегодня трудно представить деятельность любого учебного заведения без различного рода инноваций: смена образовательных парадигм, модернизация содержания образования, оптимизация образовательного процесса. Основные требования современной образовательной системы, объектом которой является личность определяют причину выдвижения в центр всех научных областей человеческого фактора.

Социальный заказ в области образования связан с формированием у обучающихся личностных качеств, которые были бы адекватны ситуации динамичных изменений, позволили бы им быть активными представителями общества и реализовать себя в нем. Решить эти задачи, оставаясь в рамках только традиционных педагогических подходов, не представляется возможным. Результативность обучения в современных условиях во многом связана с осознанием настоятельной необходимости применения в учебно-воспитательном процессе инновационных образовательных технологий [1, с. 4].

Применение инновационных технологий в учебно-воспитательном процессе способствует: расширению общекультурного кругозора обучающихся; развитию их интеллектуальных способностей, исследовательских и организационных навыков, творческих качеств, коммуникативных умений, ораторских способностей; формированию гражданской позиции и навыков жизнедеятельности в обществе. На современном этапе общественного развития в сферу образования внедряется большое число инноваций различного характера, направленности и значимости [1, с. 4].

Согласно мнению большинства ведущих специалистов, занимающихся проблемами методики преподавания иностранного языка, нынешняя, а именно традиционная система обучения иностранному языку, а также образовательная система в целом, является не совершенной и остро нуждается в модернизации, поскольку данная система не может отвечать основным потребностям и запросам современного общества.

Процесс модернизации в своей основе предполагает гуманистический подход к развитию личности и индивидуальности учащихся, а также связанный с этой целью поиск инновационных подходов обучения иностранному языку, которые в свою очередь будут способствовать позитивным изменениям в современной образовательной парадигме. Очевидно, что в основе процесса модернизации должен лежать принцип личностно-ориентированного обучения, а именно обучения, где приоритетным является самобытность ребенка, его самоценность, иначе говоря субъект-субъектные отношения участников образовательного процесса. Так, цель личностно-ориентированного подхода состоит в том, чтобы заложить в ребенке механизмы самореализации, саморазвития, адаптации, саморегуляции, самовоспитания и другие, необходимые для становления самобытного личностного образа качества [2].

Широко известно, что идеальным результатом обучения иностранному языку является формирование и развитие «вторичной языковой личности» (Н. Д. Гальскова, И. И. Халеева), включающей в себя вторичное языковое и когнитивное сознание, а именно личности способной проявлять себя творчески в текстах общения или выражаясь белее точно, личности способной участвовать в процессе межкультурной коммуникации. В свою очередь, основной, начальным этапом для достижения этой идеальной цели мы видим в формировании и развитии лексических умений и навыков современных учеников, поскольку именно лексический пласт языка, как ничто другое, несет в себе факты культуры и менталитета его носителей. Заметим, что вышеупомянутый нами результат будет недостижим без своевременного внедрения образовательный процесс инновационных технологий [3].

Информатизация, как ведущая тенденция социально-экономического прогресса развитых стран, является объективным процессом во всех сферах человеческой жизнедеятельности, в том числе и образовании. Внедрение инноваций, а также современная тенденция информатизации образования, представляет собой систему методов, процессов и программно-технических средств, интегрирующийся в систему образования с целью сбора, обработки, хранения, распространения и использования информации в интересах ее потребителей. Исходя из этого, основная цель информатизации, а также внедрения и реализации инновационных технологий состоит в интенсификации интеллектуально-познавательной деятельности субъектов образования за счет использования ими актуальных инновационных технологий [4].

Изучение иностранного языка в искусственных условиях, а именно вне среды его актуального употребления, требует создания таких учебных ситуаций, которые будут способны провоцировать употребление необходимых лексических единиц и конструкций при построении ситуаций общения на изучаемом иностранном языке, задействовав при этом мотивационно-эмоциональные сферы личности учащихся.

Безусловно, как отмечает А. В. Конышева, огромное значение в организации учебного процесса играет мотивация обучающихся, их личный интерес к процессу обучения, все это способствует активизации и развитию мышления. Но все же более мощным фактором являются приемы обучения, удовлетворяющие потребность учащихся в новизне изучаемого материала и разнообразии выполняемых учебных действий. Широкие возможности для формирования и развития познавательной деятельности представляет внедрение в процесс обучения иностранному языку инновационных технологий, обеспечивающих образование продуктивной образовательной среды и гуманитарно-коммуникативное взаимодействие ее субъектов. Сторонники данного подхода уделяют большое внимание организации активной деятельности самих учащихся по усвоению новых знаний, а также стимулированию творческо-познавательной деятельности [5].

Безусловно, процесс внедрения инноваций может вызывать определенные трудности. Как утверждает М. Карпенко, обеспечение доступа всех к информационным технологиям позволит модернизировать современное образование [6, с. 94]. Очевидно, что простое заполнение учебных заведений техническими приспособлениями, самостоятельно, не решит проблему внедрения и реализации инновационных технологий. Одно из существенных требований, позволяющее и предоставляющее возможность внедрения и реализации такого рода технологий в образовательный процесс, является требование к осуществлению модернизации всей системы обучения иностранному языку или же в внесения изменений в отдельные составляющие ее компоненты.

Важно подчеркнуть, что главный принцип использования технологий в обучении иностранным языкам является принцип интерактивности, а именно взаимодействие учителя и ученика на паритетных началах. Следует отметить, что инновационные образовательные технологии вовлекают каждого субъекта в активный, познавательный и информационно-коммуникативный процесс, и прежде всего с помощью средств информационных как актуально значимых нововведений, которые вносят позитивные изменения в современную образовательную парадигму.

Безусловно, внедрение в образовательный процесс информационно-коммуникативных технологий и интернет ресурсов придает особое значение такому нововведению. Информация и приобретаемые знания становятся «главной преобразующей силой общества», в котором информационные технологии в сфере обучения иностранным языкам, становится инновационными (П. В. Сысоев, В. А. Демина, О. А. Обдалова) [7, с. 24].

Подчеркнем, что в практике обучения иностранным языкам наиболее активно используются такие технологии как: игровые технологии (ролевые, деловые игры), технологии обучения в сотрудничестве («пила», «учимся вместе»), технология интегрированного обучения (викторина, конкурс, диспут, конференция), интерактивные технологии (интерактивная доска SMART), технология личностно ориентированного обучения (гуманно-личностный подход, программное обучение), инновационные технологии в бучение иностранному языку (проектное обучение, проблемное обучение, программированное обучение, мультимедийные презентации, интернет-ресурсы), технология тестирования, технология модульного обучения [7, с. 25].

Следует отметить, что все образовательные технологии направлены на активизацию творческой деятельности субъектов образования, ориентированную на достижение более высокого уровня владения языком и развитие интеллектуальных способностей, чему содействует инновационная образовательная среда обучения иностранному языку.

Большинство исследователей рассматривают технологи обучения как один из способов реализации на занятиях личностно-ориентированного и личностно-деятельностного подхода к обучению, благодаря которому учащиеся выступают как активные творческие субъекты учебной деятельности [8].

Рассмотрев основные инновационные технологии обучения иностранным языкам, можно смело

утверждать, что в основе каждой из них лежит принципы гуманитарности, технологичности и интенсификации процесса обучения. Развитие интенсивных методов, предусматривающих органическое включение в систему обучения модификационных технологий и соответствующих им технических средств, является наиболее перспективным направлением совершенствования языкового образования на ближайшие годы в направлении интенсификации учебного процесса. Вне сомнения остается тот факт, что наиболее перспективными технологиями обучения станут технологи, предусматривающие активное использование в учебном процессе компьютерных средств и различных форм дистанционного обучения.

Интерактивный метод обучения иностранному языку рассматривается нами комплексно, как синтез когнитивного и коммуникативного подхода к достижению иноязычной компетенции.

Интерактивные технологии в иноязычном образовании рассматриваются в своей комплексной целостности и многогранности, как синтез когнитивного, личностно-ориентированного и коммуникативного подхода к процессу формирования и развития иноязычной коммуникативной компетенции.

Полноценное и эффективное овладение иноязычной речевой деятельностью неотъемлемо предполагает сформированность навыков и развитие умений речевой коммуникации, включая содержание и формы организации речевой деятельности говорящего, слушающего, пишущего и читающего.

Такой интегрированный, комплексный подход к организации интерактивных занятий предусматривает формирование всех аспектов речевой деятельности. Основными целями коммуникативной деятельности являются формирование и формулирование мысли (для продуктивных видов речевой деятельности), корректной восприятие воспринимаемой информации и адекватное воспроизведение чужой, заданной мысли (для рецептивных видов речевой деятельности). Подобная двунаправленность процесса коммуникативного взаимодействия, а в частности иноязычной коммуникации, также реализуется посредством интерактивных технологий и методов формирования и развития иноязычной коммуникативной компетенции. Интерактивное обучение – это обучение через опыт. Такой опыт рассматривается в современных исследованиях и как необходимое условие реализации интерактивного метода (опыт игры, тренинга, взаимодействий с многовариантной компьютерной средой) и как приобретаемый в ходе разноплановых взаимодействий опыт коммуникации по специальности [9].

Использование информационных технологий и компьютера в контексте интерактивного обучения способствует интенсификации процесса формирования и развития иноязычной компетенции, так как в значительной мере расширяет учебные границы, максимально приближая квазикоммуникативную ситуацию иноязычного общения к ситуации естественного общения на иностранном языке.

Сущность интерактивного обучения подразумевает: переживание и приобретение обучающимися конкретного коммуникативного опыта, осмысление полученного опыта, обобщение и рефлексию, актуализацию и применение полученных навыков на практике. Пространство коммуникативных и ролевых игр, социально-педагогического и коммуникативного тренинга и компьютерных занятий является оптимальным в русле интерактивных технологий иноязычного образования. Ролевые игры и тренинг представляют собой сложно организованную комплексную деятельность, включающую интерактивную функцию, то есть возможность создавать на основе индивидуальных вкладов каждого студента динамику развития предмета (переход от старых знаний к созданию новых).

Образовательная технология с применением интерактивного метода развивается в русле личностно-ориентированного обучения, так как создает уникальные возможности и условия не только для формирования иноязычной коммуникативной компетенции, но и для развитию личностных качеств и формированию социального «я». Эффективность обучения с применением интерактивного метода определяется личностными характеристиками студента, его активностью, уровнем и характером его мотивации, степенью приближения учебной деятельности к условиям управляемого овладения языком в естественной иноязычной ситуации, а также целостной системой интерактивных занятий, организованных в разных формах.

Такого рода технология, по мнению Н.Н. Прудниковой, может быть рассмотрена через систему структурных компонентов: *мотивационного* (подразумевающего систему осознанных побуждений к выполнению иноязычной деятельности), *когнитивного* (подразумевающего осведомленность студентов о границах изучаемого предмета, имеющийся у студентов объем знаний, актуальные для студентов аспекты изучаемого предмета), *операционного* (подразумевающего необходимость гибкости в отборе видов деятельности студентов в соответствии с ситуативными потребностями), *результативного* (уровни сформированности иноязычной компетенции у студентов: низкий, средний, высокий). Сущностной характеристикой педагогической технологии формирования иноязычной компетенции студентов неязыкового вуза является осознанная самостоятельная деятельность обучающихся как в интеллектуальном, так и в эмоционально-личностном плане [9].

Мы полагаем, что повышение уровня коммуникативной компетенции учащихся достигается за счет активизации учебно-познавательной деятельности студентов при систематическом и последовательном внедрении и использовании интерактивных методов в процессе овладения иноязычной речевой деятельностью, разрабатываемых на основе личностно профессионально ориентированного языкового материала, который будет иметь личностную значимость для субъектов образовательного процесса. «Учение не есть беспристрастное познание. Это субъектно значимое п о с т и ж е н и е мира, наполненного для учащегося личностными смыслами, ценностями, отношением, зафиксированными в его субъектном опыте» [10, с. 36].

Безусловно, стержневыми составляющими интерактивного обучения является активность личности и интенсивное взаимодействие участников учебной деятельности.

Личностный смысл активности студента в вузовском обучении состоит в формировании целостной структуры будущей профессиональной деятельности. Как отмечает А.А. Вербицкий, степень включенности студента в учебную деятельность в решающей степени определяется тем, насколько широкие возможности предоставляются ему для личностной активности.

В последнее время активизация часто сводится к усилению контроля за работой учащихся, увеличению объема передаваемой информации, интенсификации передачи и усвоения все той же информации посредством широкого использования новейших информационных технологий или значительному увеличению доли самостоятельной работы учащихся, которая, не будучи должным образом организованной, приобретает несколько хаотичный, непоследовательный и несистематичный характер. Мы полагаем, что во всех перечисленных случаях не приходится говорить о личностной активности, поэтому необходимо создание психолого-педагогических условий осмысленности учения, включения в него учащегося на уровне не только интеллектуальной, но и личностной и социальной активности.

В рамках иноязычного образования данные аспекты имеют первостепенное значение, т.к. основной целью является развитие личности будущего специалиста, который должен обладать высоким уровнем иноязычной коммуникативной компетенции, т.е. системой психологических знаний о себе и о других, умений, навыков в общении, стратегий поведения в социальных ситуациях, позволяющей строить эффективное общение в соответствии с целями и условиями профессионального и межличностного взаимодействия. Профессиональная иноязычная деятельность требует от специалиста именно высокого уровня коммуникативного потенциала, социальной и личностной активности в процессе профессионального и межличностного взаимодействия, огромного творческого потенциала. Интерактивное обучение эффективно моделирует ситуации будущего профессионального и межличностного взаимодействия и создает наиболее благоприятные условия для подготовки к нему всех и каждого в отдельности.

Однако еще раз повторим, что речь идет не о принуждении к активности, а о побуждении к ней, что возможно только при понимании обучения как личностно опосредованного взаимодействия и общения участников учебного процесса.

Подлинная активность проявляется, прежде всего, в самостоятельной деятельности, осознанной, свободной, эмоционально переживаемой, порождаемой внутренними, сущностными побуждениями, собственными потребностями и интересами. Организация личностью своей активности сводится к ее мобилизации, согласованию с требованиями деятельности, сопряжению с активностью других участников учебного процесса.

В условиях учебного интерактивного взаимодействия предполагается возникновение межличностной, учебной и профессиональной коммуникации, все участники которой занимают активную и инициативную позицию. А чтобы это было действительно так, мы полагаем, что материал, на котором будет выстраиваться такое обучение, должен быть актуальным и личностно значимым для обучаемых. Кроме того, необходимо чтобы для участников стало очевидным, что результаты работы зависят от личного вклада каждого. Только тогда учащиеся будут испытывать реальную потребность в интерактивной деятельности. Непосредственная межличностная коммуникация, возникающая в условиях интерактивного обучения, с одной стороны определяется способностью человека принимать роль и образ другого, представлять, как его воспринимает партнер по общению или группа, и соответственно интерпретировать ситуацию и конструировать собственное коммуникативное поведение, а с другой стороны межличностное взаимодействие создает оптимальные условия и, самым непосредственным образом, способствует развитию перечисленных выше коммуникативных умений и навыков, повышению уровня коммуникативной компетенции учащихся.

Интерактивное обучение, как отмечает С.С. Кашлев, это взаимовлияние участников педагогического процесса через призму собственной индивидуальности, личного опыта жизнедеятельности; это процесс интенсивной межличностной коммуникации, характеризующийся высокой степенью интенсивности общения, обмена деятельностями, сменой и разнообразием их видов, форм и приемов, целенаправленной рефлексией участниками своей деятельности и состоявшегося взаимодействия [11].

Главной отличительной чертой интерактивного обучения является инициативность самих учащихся в учебном процессе. Такие методы помогают педагогу эффективно организовывать получение учащимися собственного нового опыта и его осмысление. Помимо высоких учебных результатов касательно содержательной стороны обучения использование интерактивных методов предоставляет огромный спектр условий для развития у учащихся способности самостоятельной постановки актуальной и значимой для них в личностном плане проблемы и последующее ее решение. Это предполагает способность к анализу и определению проблемы, умение находить возможности и ресурсы для ее решения, умение вырабатывать тактику достижения поставленных целей, умение вырабатывать стратегию собственного коммуникативного поведения и контроля над ним, способность к дискуссии.

Интерактивное взаимодействие в учебном процессе предоставляет участникам возможность тренинга своих социальных и коммуникативных способностей, умение слушать и слышать собеседника, аргументированно дискутировать, корректно и убедительно отстаивать свое мнение, делать выбор, принимать коллективные решения и нести за них индивидуальную ответственность.

Следовательно, учебный процесс по овладению иноязычной речевой деятельностью необходимо рассматривать как особым образом организованное взаимодействие, которое реализуется во взаимоотношениях студентов друг с другом и преподавателем. Именно в процессе этого взаимодействия создаются условия для мобилизации интеллектуального, эмоционального и творческого потенциала студентов, для взаимообмена жизненным и социальным опытом, а также духовными ценностями.

Использование интерактивных образовательных технологий, в частности, позволяет: активизировать внешнюю и внутреннюю активность студентов; развивать у студентов способность и стремление самостоятельно осуществлять коммуникативную деятельность на изучаемом языке; вовлекать всех студентов в коммуникативно-познавательную деятельность; значительно увеличивать время устной речевой деятельности каждого студента; развивать у студентов творческий потенциал; поддерживать интерес к изучению иностранного языка; стимулировать инициативность и самостоятельность в организации собственной учебной и коммуникативной деятельности; развивать у студентов умение работать в коллективе; учитывать индивидуальные особенности студентов.

Важнейшими принципами интерактивной методики являются доведение любого речевого навыка до автоматизма, внутренняя мотивация, обучение «значимой» речи. (Л.В. Квасова, О.Е, Сафонова, 1999) Лингвистические принципы интерактивного подхода подразумевают коммуникативную компетенцию, а также баланс всех языковых аспектов. Интерактивный подход подразумевают интенсификацию любой языковой программы, что и обеспечивает в конечном итоге движение от знаний к умениям, а от умений – к автоматическим навыкам в любом виде речевой деятельности. Интерактивный подход под-

разумевает трансформацию любой внешней мотивации во внутреннюю при помощи доброжелательности, терпения и уважения внутреннего мира и психологии студента со стороны преподавателя, ибо без внутренней мотивации знания, не используемые непосредственно, отторгаются.

Обучение значимой речи предполагает тщательный отбор языкового материала, при этом частотное грамматическое явление необязательно должно объясняться в языковой системе. Лексический запас обучаемого может быть не слишком велик, основной задачей является его активизация и формирование умения оперировать этим запасом.

В заключение отметим, что одними из основных признаков интерактивного обучения являются активная, самостоятельная мыследеятельность, смыслотворчество, межсубъектные отношения, свобода выбора, создание ситуации успеха, позитивность и оптимистичность оценивания, рефлексия и т.д.

Интерактивное обучение побуждает участников к активности, самостоятельности и ответственности, позволяет повышать познавательную мотивацию и дольше сохранять работоспособность участников группы.

При наличии соответствующих критериев, открытости образовательной системы инновациям внедрение инновационных технологий в образовательную среду обеспечит связь между личностью и изменяющимися условиями окружения, в котором определяющим являются информационные коммуникативные технологии.

Следует подчеркнуть, что образование, в своей сущности, – это открытая система, в которой инновации дополняют существующую традиционную систему. Исходя из этого, система образования должна стать открытой для инноваций, поскольку они находятся в основе рождения новых знаний, которые являются источником модернизации и обновления общества. В ходе инновационного развития образование сможет дать «опережающий ответ на стратегические требования времени». Образование должно формировать открытость всему новому, способность к творчеству и научному производству в связи с динамичностью современного общества и стремительным переменам в нём. Готовность к обучению в течение всей жизни обеспечит адаптацию личности к любым жизненным ситуациям.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение и реализация инновационных технологий в современном образовательном процессе должно является одной из приоритетных задач, поскольку именно инновационные технологии наиболее эффективно и результативно ориентируют обучающихся на последующую активизацию познавательных сил и стремлений, на поддержание и развитие самостоятельной мотивации и интереса к познанию, умению концентрироваться на творческом процессе, получая от него неподдельное удовольствие. Все это и является яркой характеристикой современного, прогрессивного обучающегося, идущего в ногу со временем.

Список литературы

1. Аникушина, Е.А. Инновационные образовательные технологии и активные методы обучения : Методическое пособие / Е.А. Аникушина, О.С. Бобина. – Томск : В-Спектр, 2010. – 212 с.
2. Алексеев, Н.А. Личностно-ориентированное обучение в школе / Н.А. Алексеев. – Ростов н / Д : Феникс, 2006. – 332 с.
3. Гальскова, Н.Д. Современная методика обучения иностранным языкам. Пособие для учителей / Н.Д. Гальскова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : АРКТИ, 2003. – 192 с.
4. Фараонов, В.В. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вуза / В.В. Фараонов. – СПб. : Питер, 2006. – 640 с.
5. Конышева, А.В. Современные методы обучения / А.В. Конышева. – Минск: Тетрасистемс, 2007. – 352 с.
6. Карпенко, М.П. Новая парадигма образования XXI века / М.П. Карпенко // Высш. образование в России. – М., 2007. – № 4. – С. 93–98.
7. Сатинова, В.Ф. Теоретические основы формирования инновационной образовательной среды обучения иностранному языку : учебн. –метод. комплекс / В.Ф. Сатинова ; Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2016. – 152 с.

8. Щукин, А.Н. Современные интенсивные методы и технологии обучения иностранным языкам: учеб. пособие / А.Н. Щукин. – М. : Филоматис, 2008. – 188 с.

9. Прудникова, Н.Н. Педагогическая технология формирования иноязычной компетенции студентов неязыковых вузов. Автореф. дисс. … канд. пед. наук / Н.Н. Прудникова. – Саратов, 2007. – 23 с.

10. Якиманская И.С. Разработка технологии личностно-ориентированного обучения / И.С. Якиманская // Вопросы психологии, 1995. – №2. - С. 31-42

11. Кашлев, С.С. Интерактивные методы обучения педагогике / С.С. Кашлев. – Мн. : Выш. шк., 2004. – 176 с.

УДК 303.8

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

БИРЮКОВА ИРИНА ВЛАДИМИРОВНА

к.т.н., доцент кафедры
фармации Института живых систем
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»
г.Ставрополь, Россия

Аннотация: в условиях современной цивилизации и демократии особую значимость приобретает задача по формированию научного, трудового, творческого потенциала и активной гражданской позиции будущих специалистов. Возникают новые требования к человеку и его образованию: к личностным, профессиональным качествам, научным и творческим возможностям, его знаниям и умению оперировать имеющейся информацией
Ключевые слова: Научная работа, научные исследования, плановая научно-исследовательская работа в высшем учебном заведении, реформа Академии наук РФ

METHODS OF ORGANIZING RESEARCH ACTIVITY OF STUDENTS

Biryukova Irina Vladimirovna

Abstract: In the conditions of modern civilization and democracy is of particular importance, the task of forming scientific, labor, creativity and active citizenship of future specialists. There are new requirements for man and his education: personal, professional qualities, scientific and creative capabilities, his knowledge and ability to operate with existing information
Keywords: Scientific work, scientific research, the planned research work in higher education, the reform of the Russian Academy of Sciences

Сегодня существенные трансформационные процессы испытывает сфера образования, поскольку стремительное развитие экономики, производства и изменения в области политики в значительной степени влияют на обновление его содержания и методов [8].

Адекватно реагировать на эти изменения может преподаватель с высоким уровнем развития исследовательских качеств, знаний и умений, что способствует быстрому освоению нового информационного поля, даёт возможность принимать нестандартные решения, действовать творчески и эффективно.

Необходимость в научном знании появляется в обществе тогда, когда обнаруживается недостаточность представлений, возникших в рамках повседневного мышления и обыденного знания, а также данных невооруженных органов чувств, понятий, здравого смысла и опыта.

История науки показывает, что если эта недостаточность осознается обществом, то, в конце концов, в обществе возникает потребность в научном познании соответствующего предмета или явления [7].

В последнее столетие наука развивалась и развивается в настоящее время очень быстрыми темпами. В настоящее время объем научных знаний удваивается каждые 10-15 лет. Около 90 % всех ученых, когда-либо живших на Земле, являются нашими современниками. Именно наука явилась главной причиной столь бурного развития человеческого общества, перехода к постиндустриальному обществу, повсеместному внедрению информационных технологий, появления «новой экономики», начала переноса знаний человечества в электронную форму, удобную для хранения, систематизации, поиска и обработки, и др. Все это убедительно доказывает, что наука в наши дни становится все более и более значимой и существенной частью реальности.

Луи Пастер сказал: «Наука должна быть самым возвышенным воплощением Отечества, ибо из всех народов первым всегда будет тот, кто опередит другие в области мысли и умственной деятельности».

Одна из главных задач России на сегодняшний - ускоренными темпами создать в России новый, мощный научно-технологический потенциал, а для этого необходимо точно знать истинное положение дел в науке и высшем образовании.

Выход России в число лидеров глобального научно-технического развития требует ускоренного осуществления государственной стратегии поддержки НИРС и инноваций.

В Российской Федерации в своё время была создана разветвленная сеть учреждений, занимающихся фундаментальными исследованиями в различных отраслях науки и производства. К ним относились и относится Российская академия наук - высшее научное учреждение Российской Федерации, ведущий центр фундаментальных исследований в области естественных и общественных наук в стране и ее отделения, а также отраслевые научно-исследовательские институты, вузы.

На протяжении почти трех столетий существования Академии наук менялись ее задачи, статус и структура.

Деление науки на вузовскую, академическую и отраслевую во многом условно в силу возрастающего взаимодействия этих отраслей науки. Стираются и границы между фундаментальными и прикладными науками. Перед всеми учеными, независимо от сферы их деятельности, теперь ставится общая и ответственная задача: увеличить вклад науки в создание материально-технической базы общества.

Российская академия наук (РАН) является высшим научным учреждением Российской Федерации, ведущим центром фундаментальных исследований в области естественных, медицинских и общественных наук в стране. В РАН решаются основные, магистральные проблемы естественных, медицинских, технических и общественных наук, возникающие в процессе общественного развития; ведутся прикладные исследования, способствующие быстрейшему внедрению достижений науки и техники в производство.

Академия наук в России была основа в 1724 г. указом Петра I и первоначально называлась академией наук и художеств, с 1803 г. - Императорской академией наук, с 1836 г. - Императорской Санкт-Петербургской академией наук. Ее действительными членами были М.В. Ломоносов, Л. Эйлер, П.Л. Чебышев, А.М. Бутлеров, И.Л. Павлов и другие видные ученые. В феврале 1917 г. она была преобразована в Российскую академию наук, июле 1925 г. - в Академию наук СССР и в 1991 г. - в Российскую академию наук (РАН). Органами управления РАН являются Общее собрание РАН, Президиум РАН и президент РАН.

Отделение РАН (по областям и направлениям науки) до 2015 года объединяло членов Академии, избранных по данному отделению, и научных сотрудников научных организаций, а также организаций научного обслуживания и социальной сферы, входящих в данное отделение.

Отделение РАН являлись основным научным и научно-организационным центром, объединяющим в РАН ученых одной или нескольких смежных отраслей науки.

Отраслевые академии министерств концентрировали силы и материальные ресурсы на тех научных направлениях, где занимают или могут занять ведущее положение в стране или в мире. Они также развивали те научные направления, которые определялись потребностями экономики и культуры, что позволяло правильно распределять научные силы и избегать их распыления.

К отраслевым академиям министерств относились такие академии как Академия медицинских наук, Академия педагогических наук, Академия наук строительства и архитектуры, Российская Академия сельскохозяйственных наук и др.

В соответствии с исторически сложившимся статусом и задачами Академия была построена по научно-отраслевому и территориальному принципу и включала 11 отделений РАН (по областям науки) и 3 региональных отделения РАН, а также 15 региональных научных центров РАН.

Академия наук многими нитями была связана со всей системой научных исследований и высшего образования страны. При Академии состояли научные советы, комитеты, комиссии, организуемые в порядке, устанавливаемом Президиумом РАН.

В задачу научных советов (комиссий) по важнейшим проблемам научных исследований входили, прежде всего, анализ состояния исследований по соответствующим областям и направлениям науки, участие в координации научных исследований, проводимых учреждениями и организациями различного ведомственного подчинения. В состав научных советов, представляющих собой научно-консультационные органы, работающие на общественных началах, входили ведущие ученые Академии наук, отраслевых академий, сотрудники высших учебных заведений, представители министерств, ведомств, организаций, участвующих в решении соответствующей проблемы. Среди форм работы научных советов важное место занимали организация научных сессий и конференций, участие в издательской деятельности. Благодаря участию в работе советов по проблемам ученых различных секторов науки и производства, научные советы способствовали пропаганде достижений фундаментальной науки и продвижению результатов исследований и разработок в практику.

Научные советы по важнейшим проблемам научных исследований состояли, как правило, при отделениях Академии. Некоторая часть научных советов, охватывающих проблематику нескольких отделений РАН, состояли при Президиуме РАН.

При Президиуме РАН состояли следующие научные советы по важнейшим проблемам научных исследований:

- Совет по космосу,
- Научный совет по проблемам экологии и чрезвычайным ситуациям,
- Научный совет по проблемам Мирового океана,
- Научный совет по изучению Арктики и Антарктики,
- Совет «Высокопроизводительные системы и их применение»,
- Совет «Научные телекоммуникации и информационная инфраструктура»,
- Совет по проблемам обработки изображений,
- Научный совет по изучению и охране культурного и природного наследия,
- Научный совет по комплексной проблеме «Гидрофизика»,
- Научный совет по комплексной проблеме «Радиофизические методы исследований морей и океанов»,
- Научный совет по проблеме «Координатно-временное и навигационное обеспечение»,
- Научный совет по горению и взрыву,
- Совет по проблемам развития энергетики России,
- Научный совет «История мировой культуры»,
- Научный совет по проблемам развития стран СНГ.

Для решения крупных проблем, требующих комплексных усилий нескольких ведомств, совместными решениями Академии и соответствующих ведомств были созданы Межведомственные советы. Среди них:

- Межведомственный совет по радиохимии при Президиуме РАН и Минатоме России,
- Межведомственный совет по комплексным проблемам физики, химии и биологии,
- Межведомственный научно-технический совет по проблемам радиационной безопасности Производственного объединения "Маяк" при Президиуме РАН и Минатоме России,
- Межведомственный научный совет РАН и РАКА по проблемам космической энергетики,

- Межведомственный научный совет РАН, РАСХН и МГУ по глобальному климату и экологическим стрессам растений,
- Межведомственный научный совет по конвенциальным проблемам химического и биологического оружия при Президиуме РАН и Росбоеприпасы,
- Межведомственный совет Минпромнауки России и РАН по проблемам регионального научно-технического развития и сотрудничества.

Кроме того, при Президиуме состояли советы функционального характера. Среди них:

- Научно-издательский совет,
- Научный совет по научному приборостроению,
- Информационно-библиотечный совет,
- Музейный совет,
- Научный совет по выставкам,
- Научный совет по метрологическому обеспечению и стандартизации,
- Комиссия по экспортному контролю,
- Совет по взаимодействию с правительством Москвы и области,
- Комиссия по Уставу РАН,
- Комиссия по образованию,
- Комиссия по работе с молодежью,
- Комиссия по проблемам Чеченской республики и Северного Кавказа,
- Комиссия по разработке научного наследия академика В.И.Вернадского,
- Комиссия по разработке научного наследия академика Н.Н.Семенова,
- Комиссия по борьбе с лженаукой,
- Экспертная комиссия по анализу и оценке научного содержания федеральных государственных образовательных стандартов и учебной литературы для начальной, средней и высшей школы, и др.

Для участия Академии в деятельности международных научных организаций в качестве рабочих органов при Президиуме РАН и при отделениях РАН функционировали национальные комитеты.

При Президиуме РАН состояли:

- Национальный комитет по Международной геосферно-биосферной программе,
- Национальный комитет Международного научного комитета по изучению Мирового океана,
- Национальный комитет российских химиков,
- Национальный комитет по сбору и оценке численных данных в области науки и техники,
- Национальный комитет Тихоокеанской научной ассоциации,
- Российский национальный комитет по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера»,
- Российский Пагуошский комитет,
- Комитет по системному анализу,
- Комитет ученых за международную безопасность и контроль над вооружениями.

Российская академия наук продолжает поддерживать связи с научными обществами и ассоциациями. Первые научные общества были основаны еще в XIX веке. Например, Минералогическое общество создано в 1817 г., Русское географическое общество - в 1845 г., Всероссийское палеонтологическое общество и Российское физиологическое общество им. И.П. Павлова - в 1916 г. Научные общества и ассоциации объединяют профессиональных научных работников независимо от их места работы.

Общества имели свои отделения в различных регионах страны, содействуя научному и культурному развитию научных центров в регионах России [6,7,8].

Общества вели большую работу по развитию важнейших отраслей науки, координации научных исследований, а также по привлечению ученых и практиков к решению фундаментальных и прикладных задач. Научными обществами и ассоциациями много делалось для популяризации и пропаганды знаний о новейших достижениях науки и техники, создавались видео- и кинофильмы, издались журналы, тематические сборники, труды, оказывалась научная и методическая помощь в постановке преподавания конкретных областей знаний в высшей и средней школе. Общества играли важную роль в развитии международных связей российских ученых.

Российская академия наук претерпела серьёзные перемены после реформы 2015 года, но продолжает быть высшим научным учреждением Российской Федерации, ведущим центром фундаментальных исследований в области естественных и общественных наук в стране. Там решаются основные, магистральные проблемы естественных, технических и общественных и медицинских наук, возникающие в процессе общественного развития; ведутся прикладные исследования, способствующие быстрейшему внедрению достижений науки и техники в жизнь россиян.

Отраслевые отделения являются основным научным и научноорганизационным формированием Академии, объединяющим ученых одной или нескольких смежных специальностей, свою деятельность осуществляют в тесном взаимодействии с региональными отделениями, научными и научно-методическими центрами. Число и наименование отделений определяется решением Общего собрания Академии с учетом приоритетных научных, производственных проблем, количества входящих в состав отделения научных учреждений, объема научно-методической деятельности и финансовых возможностей.

Отраслевые отделения организуют работу по фундаментальным и важнейшим прикладным исследованиям по закрепленной отрасли науки; координируют деятельность научных учреждений, предприятий и организаций, входящих в его состав; организуют подготовку научных кадров и осуществляют другие функции, определяемые Положением о каждом отделении.

Отраслевое отделение объединяет членов Академии, избранных по данному отделению, ученых научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и других научных организаций соответствующего профиля.

Отделения имеют в своем составе всероссийские, отраслевые и зональные научно-исследовательские учреждения, предприятия и организации, создают при отделении научно-методические советы, секции, комиссии по направлениям исследований и научноорганизационной деятельности.

Основной организационной единицей Академии является научно-исследовательский институт (НИИ). Каждый институт, проводя ту же политику, что и академия наук, стремится вывести соответствующую область знаний в передовые ряды, формирует научно-техническую политику в своей отрасли и тесно связан с производством.

Научно-исследовательский институт организационно делится на отделения (группа отделов), отделы, лаборатории, секторы, научные группы в зависимости от специфики деятельности учреждения. Научная деятельность будущего исследователя начинается, как правило, в лабораториях, научных группах, т.е. с самых нижних уровней научного учреждения. Возглавляет деятельность института его директор, при котором действует ученый совет совещательный орган, координирующий основные направления научно-исследовательских разработок.

Специализированные ученые советы научно-исследовательских институтов рассматривают диссертации и представляют в Высшую аттестационную комиссию при Министерстве образования и науки Российской Федерации материалы для при суждения ученой степени доктора наук и для контроля материалы о присуждении советом ученой степени кандидата наук.

История Российской академии медицинских наук является одним из главных и приоритетных направлений научно-исследовательской и научно-экспозиционной работы Научно-исследовательского центра «Медицинский музей». Это направление приобрело особую актуальность в связи с подготовкой постоянной экспозиции, посвященной 70-летнему юбилею Академии медицинских наук, отмечаемому в 2014 г. Для того, чтобы разработать научную концепцию, развернутую тематическую структуру и тематико-экспозиционные планы экспозиции, потребовалось исследование истории формирования и динамики структуры академической системы организации медико-биологических и медицинских исследований в России от истоков до наших дней. В эпоху радикальных социально-экономических преобразований Академия пытается решить стоящие перед ней жизненно важные, в том числе и организационные, задачи. Совершенно очевидно, что без обобщения исторического опыта создания академических структур, без углубленного анализа исторического пути, пройденного АМН СССР - РАМН за 70 лет ее существования, невозможно правильно подойти к решению вопросов об оптимальной системе организации, координации и управления медико-биологическими исследованиями, направленными на раскрытие причин и закономерностей возникновения, течения, развития, исхода заболеваний с целью

укрепления и сохранения здоровья, предупреждения и лечения болезней человека.

Сегодня осуществляется реорганизация Российской академии наук. В результате реформы к РАН были присоединены Российская академия медицинских наук и Российская академия сельскохозяйственных наук. Научные институты переданы под управление Федерального агентства научных организаций (ФАНО). Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию и оказанию государственных услуг в сфере организации деятельности, осуществляемой подведомственными организациями, в том числе в области науки, образования, здравоохранения и агропромышленного комплекса, а также по управлению федеральным имуществом организаций, подведомственных Агентству.

Так, полным ходом идет слияние институтов в крупные научные центры, сами институты будут поделены в зависимости от "индекса эффективности", а возрастной порог для директоров институтов установлен в 65 лет. В общем, понятно: наука в России уже никогда не будет прежней. Новая наука начинается с «укрупнения». Сейчас процессом объединения охвачены 120 научных организаций, которые в итоге превратятся в 23 крупных центра. Считается, что решение об объединении институты должны принимать сами, для чего им надлежало срочно подать заявку в ФАНО, где сливаются сходные по тематике институты.

Самые крупные слияния научных организаций, подготовленные ФАНО:

Байкальский федеральный исследовательский центр РАН

1. Иркутский научный центр СО РАН
2. Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
3. Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
4. Институт солнечно-земной физики СО РАН
5. Лимнологический институт СО РАН
6. Институт земной коры СО РАН
7. Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
8. Институт динамики систем и теории управления СО РАН
9. Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
10. Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН
11. Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН
12. Восточно-Сибирский научный центр экологии человека СО РАН
13. Иркутский научный центр хирургии и травматологии
14. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

1. Сибирское отделение аграрной науки
2. Сибирский физико-технический институт аграрных проблем
3. Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока
4. Сибирский НИИ кормов
5. Сибирский НИИ экономики сельского хозяйства Россельхозакадемии
6. Сибирский НИИ животноводства Россельхозакадемии
7. Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии
8. Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии
9. Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции
10. Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа

Владикавказский научный центр РАН

1. Южный математический институт ВНЦ РАН и Республики Северная Осетия — Алания (РСО-А)
2. Институт биомедицинских исследований ВНЦ РАН и РСО-А
3. Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и РСО-А

4. Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева ВНЦ РАН и РСО-А

5. Центр скифо-аланских исследований им. В.И. Абаева ВНЦ РАН и РСО-А

6. Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства [9].

Итак, есть наука фундаментальная, есть наука прикладная. На самом деле давно известно, что это грани одной и той же медали, поэтому отношение должно быть соответствующее, поэтому политика, которая ведется руководством должна быть правильно сформулирована, потому что у Академии (РАН) свои проблемы сегодня, министерства образования и науки – свои проблемы. Как-то объединить их сегодня – это серьезное руководство и в образовании, и в науке!

Научно-исследовательская работа в высшей школе

В вузах Российской Федерации научные исследования направлены на разработку фундаментальных проблем в той области, для которой данный вуз готовит специалистов. Важное место занимают также исследования по проблемам высшей школы, совершенствованию учебного процесса, повышению качества подготовки выпускников. Например, при Министерстве образования функционирует Научно-исследовательский институт проблем высшей школы, координирующий в вузах страны научно-исследовательскую работу методического направления. В головных вузах, осуществляющих подготовку специалистов по отраслям производства, созданы координационные центры по методической работе вузов аналогичного направления в регионах. При вузах с высоким уровнем выполняемых научных исследований создаются научно-исследовательские институты отраслевых проблем, работают проблемные научно-исследовательские лаборатории.

В вузах, где высок уровень прикладных разработок, создаются отраслевые лаборатории отдельных министерств и ведомств. Прикладные исследования и технические разработки ведутся также в лабораториях и бюро предприятий, в отраслевых опытно-конструкторских, проектных и технологических организациях, а также на предприятиях, связанных с освоением новой техники.

Научно-исследовательская работа в вузах страны организуется и проводится с учетом особенности условий ее реализации. Ее главная особенность - органичное сочетание учебно-воспитательного процесса и научно-исследовательской деятельности коллектива вуза. В этой работе принимают участие педагогический и научный составы вузов, а также студенты. Опыт показывает, что широкое привлечение студентов к научно-исследовательской работе в значительной мере способствует становлению проблемного обучения в вузе. Силами студентов под руководством опытных научных руководителей сегодня выполняется большой объем научных исследований в различных отраслях общественной жизни и производства страны.

Научно-исследовательская работа в вузах преследует три основные цели:

1. Использование творческого потенциала вузов для решения важных государственных проблем и ускорения научно-технического прогресса в обществе.

2. Повышение квалификации преподавательского состава.

3. Повышение качества подготовки выпускаемых специалистов за счет совершенствования организации учебного процесса активного участия их в научной деятельности.

Научно-исследовательская работа в вузах осуществляется по фундаментальным и прикладным направлениям в соответствии с профилем подготовки специалистов. В связи с этим она отличается от работы академических институтов большим числом развиваемых направлений -особенно в политехнических университетах. Главные направления исследований сегодня сосредоточены в университетах и высших технических учебных заведениях.

Организация научно-исследовательских работ в вузах включает перспективное и текущее планирование, их материально-техническое обеспечение, текущее руководство, подведение итогов и внедрение результатов исследований. Основные задачи организации научных исследований состоят в обеспечении условий для своевременного и качественного выполнения этих работ.

В вузе научная работа возглавляется проректором по научной работе и регламентируется перспективным, пятилетним и годовым планами исследований. Эти планы, как правило, тесным образом

связны с планами научных исследований академических и отраслевых институтов министерств и ведомств и являются составной частью многих государственных программ.

Развитие творческих способностей студента невозможно осуществить только с помощью отдельных видов учебных занятий. Они развиваются и совершенствуются в процессе коллективной исследовательской деятельности, при выполнении технической и творческой работы, постановке эксперимента, обсуждении результатов исследований [10].

Опыт свидетельствует о том, что для успешного выполнения студенческой научно-исследовательской работы необходимо соблюдение следующих основных условий:

1. Активное участие студентов в научной работе на протяжении всего времени обучения в вузе.
2. Последовательное увеличение постепенной ориентацией студента специальности.
3. Обеспечение преемственности при выполнении научной работы каждым студентом.
4. Обеспечение преемственности в научной работе студентов старших и младших курсов.
5. Тесная связь научной работы студентов с научной и учебной работой кафедр.

Научная работа студентов является составной частью учебного плана вуза и организуется на основе существующих положений о научной работе студентов. В основе организации и проведения научной работы студентов в вузах лежат дидактические принципы высокой активности, сознательности, самостоятельности и систематичности в работе, обеспечения связи теории с практикой, учет индивидуальных особенностей студентов и т.д .Организационные основы научноисследовательской работы студентов включают разработку тематики, руководство научной работой и ее обеспечение, подведение итогов и анализ полученных результатов.

Главную роль в организации научно-исследовательской работы студентов играет профилирующая кафедра, в нашем случае - кафедра фармации института живых систем СКФУ. Она разрабатывает формы научно-исследовательской деятельности студентов на младших и старших курсах, определяет основные направления, в пределах которых общеобразовательные и общемедицинские кафедры формируют свою тематику. Эти направления должны отражать специфику будущей специальности и быть тесно связанными с научными направлениями кафедр.

Научная работа студентов имеет две основные формы. Первая из них, не предусмотренная учебными планами, выполняется в научных кружках, студенческих рабочих группах и т.д. Она не только развивает навыки самостоятельного поиска, но и способствует развитию повышенных способностей, формированию будущих научных работников. Вторая форма -научно-исследовательская работа студентов обязательна для всех студентов, она предусматривается учебными планами.

Плановая научно-исследовательская работа студентов условно может быть разделена на *подготовительный* и *основной* периоды. В подготовительный период (младшие курсы) наиболее эффективной формой ее является подготовка научных рефератов, презентаций, научных статей-докладов. Очень полезна подготовка обзорных докладов по материалам, опубликованным в современной печати.

Привлечение студентов младших курсов к выполнению исследовательских работ совместно со старшекурсниками обеспечивает преемственность научных исследований, способствует приобретению навыков практической работы на персональных компьютерах, расширяет кругозор молодых исследователей. Очень полезной является помощь студентов младшего курса старшекурсникам, выполняющим курсовое или дипломное проектирование, в результате чего они узнают характер своих будущих работ, накапливают опыт работы, получают ясное представление о специфике небольшого исследования от начала до его завершения. Одновременно совершенствуются научно-методические навыки студентов старших курсов, выступающих в качестве «микроруководителей» или «микрошефов». Хорошей школой является также совместная работа студентов младших курсов и аспирантов.

К подготовительной части учебно-исследовательской работы студентов следует также отнести изучение ими специальных дисциплин типа «Плановая научно-исследовательская работа», теоретических курсов специальных и профилирующих дисциплин, подготавливающих их к исследовательской деятельности.

Основная часть учебно-исследовательской работы выполняется студентами после соответствующей подготовки их на старших курсах. Здесь ставятся более серьезные задачи, связанные с решени-

ем отдельных заданий, посильных для студентов, с разработкой алгоритмов и программ экспериментов на персональном компьютере с анализом полученных данных, созданием отдельных конструкций, обладающих оптимальными характеристиками, и т.д.

Тематика научно-исследовательской работы студентов старших курсов разрабатывается профилирующей, как правило, выпускающей кафедрой вуза с участием профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов и инженеров кафедры. Темы группируются по отдельным направлениям работы кафедры с учетом уровня подготовки студентов. Темы должны быть теоретического, медицинского и экспериментального характера, связаны с научными интересами руководителя, содержание исследования должно быть посильным для выполнения его студентом старшего курса. Руководство научной работой студентов одна из основных обязанностей профессорско-преподавательского состава. Качество руководства, его уровень определяют успех выполнения работы. Опыт показывает, что один преподаватель может успешно руководить работой четырех-пяти студентов. При выполнении комплексных тем за ним может быть закреплено шесть-восемь студентов. Хорошие результаты дает закрепление студентов за ведущим преподавателем на длительный срок, особенно на старших курсах.

Важно согласовать содержание и методику студенческой научной работы с индивидуальными особенностями и уровнем подготовки студента, а также определить перспективы выполняемой работы. Это выявляется при личной беседе руководителя со студентом. В процесс е беседы руководитель выясняет степень подготовленности студента к исследовательской работе, информирует о месте данной темы в общем плане кафедры, истории ее развития, наиболее общих чертах намечает содержание научной работы и ее отдельных этапов, а также методику их выполнения и подробно освещает методику подготовки обзора по данной теме.

Очень важно правильно спланировать выполняемую работу, назначить реальные сроки подготовки ее отдельных этапов. Необходимо также учитывать сроки выполнения исследовательской работы и в соответствии с этим правильно определить общий объем исследований [2] .

С первых дней участия студентов в исследовательской работе необходимо прививать им самостоятельность в работе и избегать излишней их опеки. Однако следует помнить, что систематический контроль - одно из важных условий активной и результативной научной работы студентов.

Подведение итогов научно-исследовательской работы студентов является одной из форм ее контроля. Итоги подводятся на семинарах кафедры, конференциях факультета, вуза. Лучшие работы публикуются в научной печати, докладываются на научных и научно-практических конференциях, выдвигаются на конкурсы и премии.

Особенности УНИРС и НИРС

НИР - «научно-исследовательская работа». Термин вошел в употребление в советское время, однако продолжает широко использоваться и сейчас.

Проведение НИР регламентируется ГОСТ 15.101-98 (порядок выполнения) и ГОСТ 7.32-2001 (оформление отчета) и регулируются ГК РФ [10].

Учебная научно-исследовательская работа студентов (УНИРС) представляет собой комплексную систему интенсификации учебного процесса посредством внедрения во все виды учебной работы студентов на протяжении всего периода их обучения элементов научной работы, направленных на повышение качества подготовки выпускаемых специалистов. Предполагая в первую очередь индивидуализированное воздействие, она включает в себя: воспитание стремления к самообразованию, творческой активности; повышение качества профессиональной подготовки; творческий подход при решении различных задач; овладение общими и частными методами исследования; воспитание дисциплинированности, ответственности, умения работать в коллективе и т. д. УНИР является обязательной формой, которая проводится по учебному расписанию для всех студентов.

К особенностям УНИР студентов относится то, что эта деятельность организуется педагогом и направлена на поиск объяснения и доказательства закономерных связей и отношений, экспериментально наблюдаемых или теоретически анализируемых фактов, явлений, процессов. УНИР помогает студентам активно овладевать методами научного исследования, при этом доминирующим является

самостоятельное применение приемов научных методов познания. В результате выполнения учебных исследований, обучаемые овладевают личностно значимыми знаниями и умениями, развивают свои творческие возможности. В свое время знаменитый ученый Р.А. Милликен настаивал на том, «чтобы совмещать исследовательскую работу с учебой даже на студенческой скамье...» [3].

Преимущество УНИР заключается в том, что ее организация и проведение не требуют большого объема специального времени. Кроме того, учебно-исследовательская позволяет включать в творческий процесс всех студентов. Это дает возможность будущим специалистам за период обучения в вузе овладеть первоначальными навыками постановки, планирования и выполнения работ исследовательского характера, что является обязательным компонентом в структуре требований к подготовке современных украинских специалистов, а также настоятельным требованием времени.

Результаты исследовательской деятельности студентов находят выражение в письменных учебно-исследовательских работах, к которым относятся рефераты, курсовые и квалификационные работы. Но, на наш взгляд, заинтересованность студентов в более глубоком исследовательском поиске возрастет при условии обеспечения им возможности участия в различных (международных, межрегиональных, межвузовских и т. д.) научных конференциях по рассматриваемой в рамках учебного процесса проблематике.

В процессе УНИР студенты совершенствуют навыки самостоятельной работы, связанные с поиском, изучением и анализом научной литературы. Выполнение письменных работ оказывает существенное влияние на развитие исследовательских умений применять методы научного познания, определять цели и задачи научного исследования, оформлять его результаты.

Тематика рефератов, курсовых и квалификационных работ связана с целым рядом учебных дисциплин, однако, на наш взгляд, заинтересованность проблемой, поиск оригинального решения, проявление творческой инициативы студентов будут выше, если тема исследования выбрана и сформулирована самостоятельно. Выполнение письменной исследовательской работы по какому-либо из учебных предметов, в процессе которой выявлена необычная информация, побудившая углубить и расширить знания по этому вопросу, может послужить толчком к выполнению самостоятельного научного исследования по интересующей проблеме.

Индивидуальное выполнение УНИР как элемента учебного процесса в высшей школе создает возможность проектирования студентом своей собственной научной деятельности в сотрудничестве с преподавателем. Взгляд на учебно-исследовательскую деятельность с точки зрения индивидуальной интеракции позволяет говорить о том, что индивидуальный опыт, приобретенный в процессе самостоятельного выполнения УНИР, становится основой формирования и развития творческого потенциала студента и детерминирует его профессиональные возможности в будущем как молодого специалиста.

Учебно-исследовательская деятельность как элемент индивидуализации обучения способствует повышению активности студента как на уровне решения общественно значимых задач, так и на уровне личностного саморазвития, реализации творческого потенциала в условиях обучения в вузе и в период профессионального становления.

Исследовательское обучение как высший уровень проблемного обучения обеспечивает научную творческую активность, возникновение механизма, побуждающего студентов к поиску истины, развитие интереса к процессу восприятия новых научных знаний; позволяет реализовать и развивать творческие возможности. Учет личных интересов студентов оказывает существенное влияние на продуктивность (оригинальность, широту и глубину поиска) выполнения исследований.

В целом подробное рассмотрение учебной научно-исследовательской работы как элемента индивидуализации обучения, способствующего гармоничному развитию личности студента, обусловливает необходимость обращения к самим субъектам индивидуального процесса обучения, реальным участникам взаимодействия: студентам и преподавателям. В уточнении нуждаются их внутренние характеристики, превалирующие интересы, установки, настроения и доминирующие социальные практики. Особый исследовательский интерес вызывают также наличествующие объективные и субъективные условия, в рамках которых реализуется процесс гармоничного развития личности студента. Эти

вопросы остаются открытыми и продуцируют возможность исследовательского поиска в рамках обозначенного направления [6].

Современное понятие «научно-исследовательская работа студентов» (НИРС) включает в себя два взаимосвязанных элемента:

1) обучение студентов элементам исследовательского труда, привитие им навыков этого труда;

2) собственно научные исследования, проводимые студентами под руководством профессоров и преподавателей.

Руководство НИРС является обязательным элементом деятельности профессоров и преподавателей вузов, аспирантов. В каждом вузе организуется совет по НИРС, возглавляемый ректором; в институте - директором; на кафедре - заведующим кафедрой. Главными задачами советов являются: оказание всесторонней помощи руководству вуза в создании условий для широкого участия студентов в научно-исследовательской, конструкторской и творческой работе; распространение положительного опыта организации научной работы студентов; методическое руководство работой нижестоящих советов; организация научно-технических конференций, выставок, конкурсов, смотров и др.

Формы и методы привлечения студентов к научному творчеству условно подразделяются на НИР, включенную в учебный процесс, а также НИР, выполняемую студентами во вне учебного времени. Учебно-исследовательская работа (УИРС) выполняется в отведенное расписанием занятий учебное время по специальному заданию в обязательном порядке каждым студентом. Основной задачей УИРС является обучение студентов навыкам самостоятельной теоретической и экспериментальной работы, ознакомление с реальными условиями труда в лаборатории, в научном коллективе.

К таким занятиям относятся:

1) лекции по дисциплине «Плановая научно-исследовательская работа» (ПНИР);

2) практические и лабораторные занятия с элементами научных исследований по дисциплине (биологическая химия, микробиология и др.);

3) дипломное проектирование с элементами научных исследований; публикаций статей, тезисов докладов, изготовленных материалов на изобретения.

Формирование готовности студентов вуза к научно-исследовательской деятельности средствами проблемного обучения:

Особенность студенческой научной работы состоит в том, что ее главной задачей является не решение важных научных проблем, а приобщение студентов к самостоятельной работе, углубление их знаний, развитие творческих способностей к решению поставленных задач. Развитие у студентов творческих способностей невозможно лишь с помощью традиционных видов учебных занятий. Это умение приходит к нему в процессе коллективной исследовательской деятельности, при выполнении творческой работы, в ходе постановки и проведения эксперимента, при публичном обсуждении результатов исследований и т.д.

Формированию творческих начал у будущих специалистов призвана система научно-исследовательской работы студентов (НИРС). Творчество, как говорил П.Л. Капица, – это создание новых ценностей по замыслу, установление новых фактов, разработка изобретений и подготовка открытий, т.е. получение новой, ценной информации для человечества. В широком смысле творчество проявляется при любой деятельности человека, когда он не имеет точной инструкции действий, а сам должен решать, как ему поступать. В этой связи НИРС играет очень большую роль, так как она позволяет соединять науку, образование и производство через совокупность проблемных ситуаций. НИРС дает возможность эффективно вводить в учебный процесс элементы творчества, применять методы проблемного обучения, углублять профессиональную направленность образования за счет рассмотрения проблемных ситуаций, воспитывать специалистов с повышенным творческим потенциалом.

Для осуществления студенческой научно-исследовательской работы в вузе необходимо соблюдение следующих основных условий:

- участие студентов в научной работе на протяжении всего периода обучения;
- последовательное увеличение сложности решаемых задач с постепенной ориентацией студента в направлении профиля его специальности;

➢ обеспечение преемственности при выполнении научной работы каждым студентом, а также в работе студентов младших и старших курсов, связи НИРС с научной работой кафедр.

Наилучшие результаты позволяет добиться комплексная система НИРС, охватывающая все дисциплины и формы учебных занятий и позволяющая придать им в течение всего времени обучения исследовательский характер.

Эта проблема освещается постановкой таких задач, как готовность студентов к научно-исследовательской деятельности. Для этого необходимо, во-первых, раскрыть структуру готовности студентов к научно-исследовательской деятельности, во-вторых рассмотреть условия формирования готовности студентов к научно-исследовательской деятельности, а также выявить сущность понятия научно-исследовательская деятельность. Необходимо раскрыть возможности проблемного обучения и его роль в научно-исследовательской работе.

На современном этапе развития системы высшего образования научно-исследовательская деятельность студентов приобретает все большее значение и превращается в один из основных компонентов профессиональной подготовки будущего учителя. Это, прежде всего, обусловлено, тем, что эффективность последней в значительной степени определяется уровнем сформированности исследовательских знаний, умений, развитием личностных качеств, накоплением опыта творческой исследовательской деятельности. Кроме того, овладение учебными дисциплинами также требует от студентов владения методами научного познания и исследовательскими умениями.

Научно-исследовательская деятельность студентов позволяет наиболее полно проявить индивидуальность, творческие способности, готовность к самореализации личности. Важно отметить, что процесс исследования индивидуален и является ценностью как в образовательном, так и в личностном смысле.

В связи с этим, будущий специалист должен быть готов к осуществлению научно-исследовательской деятельности. А в свою очередь, готовность к научно-исследовательской деятельности позволит в дальнейшем в профессионально-педагогической работе и на научном уровне решать воспитательно-образовательные задачи.

В педагогической науке рассматривался вопрос готовности студентов к научно-исследовательской деятельности, однако на современном этапе развития общества необходимо переосмыслить имеющийся педагогический опыт с целью выявления новых, оптимальных путей формирования их готовности к научно-исследовательской деятельности, которые бы эффективно работали в современной социокультурной ситуации.

Недостаточно раскрыты возможности проблемного обучения в формировании готовности студентов к научно-исследовательской деятельности; мало исследованы вопросы о сущности и структуре готовности к научно-исследовательской деятельности; не в полной мере разработаны условия для формирования готовности студентов к научно-исследовательской деятельности.

У большинства студентов представления о научно-исследовательской деятельности достаточно общие и неполные, кроме того, умения, соответствующие научно-исследовательской деятельности, практически отсутствуют или присутствуют фрагментарно. Большинство студентов не осознает социальной и личностной значимости научно-исследовательской деятельности, 30 % студентов имеют низкий уровень сформированности готовности к научно-исследовательской деятельности, 70 % - средний уровень.

Недостатки теории и практики, а также состояние готовности студентов вуза к научно-исследовательской деятельности порождают противоречия:

1) между потребностью общества в педагоге, способном осуществлять исследовательский подход к организации учебно-воспитательного процесса в школе и низком уровне готовности студентов к осуществлению научно-исследовательской деятельности;

2) между необходимостью формирования готовности студентов к научно-исследовательской деятельности средствами проблемного обучения и не разработанностью педагогических условий его реализации. Формирование готовности студентов к научно-исследовательской деятельности средствами проблемного обучения будет успешным, если:

3) реализуются возможности проблемного обучения, способствующие формированию у студентов познавательного интереса, самостоятельности, творческой активности, стремления овладеть исследовательскими умениями и навыками, составляющими основу научно-исследовательской деятельности;

4) обеспечивается формирование мотивации научно-исследовательской деятельности студентов посредством структурирования и целенаправленного отбора учебного материала для создания проблемных ситуаций, организации субъект-субъектных отношений преподавателя и студентов, основанных на принципах взаимного доверия, соучастия, равноправного партнерства, диалога;

5) осуществляется активизация научно-исследовательской деятельности студентов на основе создания и разрешения проблемных ситуаций, способствующих «включенности» студентов в активную мыслительную деятельность, направленную на расширение диапазона знаний о научном исследовании, на развитие логических форм мышления (анализа, синтеза, сравнения, обобщения и др.), приобретение первоначального опыта научно-исследовательской деятельности;

6) предусматривается включение студентов в деятельность по овладению исследовательскими умениями и навыками на основе оптимального сочетания традиционного и проблемного обучения. Для выявления сущности понятия «готовность студентов к научно-исследовательской деятельности» обобщены различные точки зрения на ключевые понятия - «научно-исследовательская деятельность», «готовность».

Сущность понятия научно-исследовательская деятельность выявлялась на основе философского и психолого-педагогического анализа категории деятельность и представления о логике и этапах научного исследования. Это позволило сформулировать рабочее определение научно-исследовательской деятельности: научно-исследовательская деятельностью студентов — это деятельность, связанная с поиском ответа на творческую, исследовательскую задачу с заранее неизвестным решением. Она включает в себя следующие этапы: постановку проблемы; изучение теории, посвященной данной проблематике; подбор методик исследования и практическое овладение ими; сбор собственного материала, его анализ и обобщение, собственные выводы.

Структура научно-исследовательской деятельности представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимообуславливающих компонентов: мотив - совокупность социально обусловленных и личностных потребностей, направленных на предмет исследования; цель - получение объективно нового знания о реальности и формирование способов действия по овладению этим знанием; объект — выделенный для изучения фрагмент материальной или духовной действительности; предмет - совокупность устанавливаемых свойств объекта; процесс - последовательность действий, протекающих в соответствии с логикой научного исследования; продукт - объективно новое знание о действительности.

На основании анализа понятия «готовность», представлений сущности научно-исследовательской деятельности нами было сформулировано определение готовности студентов к научно-исследовательской деятельности, которая рассматривается нами как личностное образование, определяющее состояние личности субъекта и включающее мотивационно-ценностное отношение к этой деятельности, систему методологических знаний, исследовательских умений, позволяющих продуктивно их использовать при решении возникающих профессионально-педагогических задач.

На основании согласования структуры готовности и структуры научно-исследовательской деятельности определены следующие компоненты готовности студентов к научно-исследовательской деятельности: мотивационный, характеризующийся осознанием значимости знаний о научно-исследовательской деятельности, наличием положительного мотива к занятию научно-исследовательской деятельностью, личностного смысла в научно-исследовательской деятельности, удовлетворенностью собственной научно-исследовательской деятельностью; ориентационный, включающий в себя представления о логике и этапах научного познания, структуре научного исследования, этапах научно-исследовательской деятельности, экспериментальных основах изучения физических явлений, способах получения и обработки результатов; деятельностный, определяющийся умениями планировать и реализовывать собственную исследовательскую деятельность, работать с литературой,

анализировать, выделять главное, видеть проблему исследования, выявлять противоречия, формулировать гипотезы, осуществлять подбор соответствующих средств (приборы) для проведения исследования, делать выводы; рефлексивный, предполагающий способность к самоанализу, объективной самооценке, самокритике, готовность к преодолению трудностей, выявлению и устранению их причин.

В соответствии с определенными компонентами разработаны одноименные критерии: мотивационный, ориентационный, деятельностный, рефлексивный, а также параметры сформированности готовности студентов к научно-исследовательской деятельности:

Уровни сформированности готовности студентов к научно-исследовательской деятельности:

1) высокий уровень характеризуется пониманием значимости научно-исследовательской деятельности, интересом к изучаемой дисциплине и научно-исследовательской деятельности, удовлетворенностью от изучения дисциплины и собственной научно-исследовательской деятельности, владением базовыми знаниями относительно изучаемой дисциплины, умением анализировать, систематизировать, обобщать, структурировать, работать с литературой, владением логикой научного исследования, способностью самостоятельно спланировать собственную исследовательскую работу и реализовать ее, высокой познавательной активностью, адекватной самооценкой, способностью анализировать собственную деятельность и выявлять способы и пути саморазвития);

2) средний уровень характеризуется пониманием личностной значимости научно-исследовательской деятельности, поверхностным представлением о научно-исследовательской деятельности, не сформированностью навыков научно-исследовательской деятельности, неустойчивым интересом к изучаемой дисциплине, неполным владением базовыми знаниями и умениями, не всегда адекватной самооценкой, стремлением к самообразованию, но не всегда адекватным оцениванием собственной деятельности);

3) низкий уровень характеризуется неустойчивым интересом к изучаемой дисциплине, непониманием социальной и личностной значимости научно-исследовательской деятельности, малым представлением о научно-исследовательской деятельности, неумением работать с литературой, видеть проблему, выделять противоречие, неспособностью самостоятельно выстроить логику исследования, недостаточной удовлетворенностью собственной деятельностью, неспособностью к творческому решению задач, незначительной рефлексией своей деятельности, не всегда адекватной самооценкой, фрагментарным самоанализом, отсутствием стремления к саморазвитию и самосовершенствованию).

Установлено, что у 70 % студентов низкий уровень сформированности готовности к научно-исследовательской деятельности, а у 30 % - средний уровень. Полученный результат свидетельствует о недостаточной подготовленности студентов к научно-исследовательской деятельности и дает основания для разработки условий формирования готовности к научно-исследовательской деятельности средствами проблемного обучения.

Педагогические условия формирования готовности к научно-исследовательской деятельности средствами проблемного обучения:

1) использование возможностей проблемного обучения в формировании готовности студентов к научно-исследовательской деятельности;

2) активизацию научно-исследовательской деятельности студентов на основе создания и разрешения проблемных ситуаций в учебном процессе;

3) взаимосвязь традиционного и проблемного обучения.

К функциям проблемного обучения относятся: формирование мотивации обучения; усвоение системы знаний и способов умственной деятельности; развитие познавательных и творческих способностей; формирование навыков применения системы логических приемов или отдельных способов творческой деятельности; формирование навыков применения усвоенных знаний в новой ситуации; формирование умений решать учебные проблемы; накопление опыта творческой деятельности, овладение методами научного исследования, решения практических проблем.

При характеристике структуры проблемного обучения установлено, что в его основе лежит проблемная ситуации, основой которой является противоречие, составляющее содержательную сторону проблемы. Оно возникает из-за дисбаланса между теоретической и практической информацией, избыт-

ком одной и недостатком другой или наоборот.

Проблемная ситуация – это психологическое состояние студентов, а условия появления проблемной ситуации создает преподаватель. Логика разрешения проблемной ситуации имитирует логику научного познания.

На основании анализа сущности проблемного обучения были определены следующие его возможности в формировании научно-исследовательской деятельности:

1) Поскольку научно-исследовательская деятельность носит творческий (продуктивный) характер, то целенаправленное ее формирование может происходить в процессе поисковой учебно-познавательной деятельности, являющейся, в свою очередь, ведущим видом деятельности проблемного обучения.

2) Так как основанная функция проблемного обучения – развитие процессов теоретического мышления (анализ, синтез, обобщение, конкретизация, абстракция, сравнение, аналогия), а эти процессы составляют основу умений научно-исследовательской деятельности, то мы считаем возможным средствами проблемного обучения целенаправленно формировать готовность студентов к научно-исследовательской деятельности.

3) Поскольку главное в проблемном обучении - создание проблемной ситуации, а динамичность проблемной ситуации обусловлена диалектическими законами развития, то в рамках разрешения проблемных ситуаций возможно формировать у студентов представления о логике научного познания и методологии научного исследования, что способствует формированию ориентационного и деятельностного компонентов.

4) Так как проблемная ситуация стимулирует познавательную активность и повышает интерес к процессу обучения, то посредством применения проблемных ситуаций возможно формирование мотивационного компонента готовности студентов к научно-исследовательской деятельности. Выявленные возможности были использованы в формирующем эксперименте с целью формирования готовности студентов к научно-исследовательской деятельности.

Для реализации второго из обозначенных нами условий формирования научно-исследовательской деятельности средствами проблемного обучения проведено теоретическое исследование возможностей проблемной ситуации в активизации научно-исследовательской деятельности и на его основании было выявлено, что проблемная ситуация по своей психологической структуре представляет собой довольно сложное явление, включающее не только предметно-содержательную сторону (известное - данные условия задачи (вопросы, задания) и неизвестное (искомое), т.е. усваиваемые новые знания и способы деятельности), но и мотивационную (познавательные потребности студента), личностную (познавательные возможности студента). Предметно-содержательная сторона предполагает активную познавательную деятельность субъекта по выявлению, осознанию затруднений и формулированию противоречия.

Так как проблемная ситуация стимулирует познавательные потребности студента, то в процессе создания и разрешения проблемных ситуаций мы обеспечивали условия для формирования познавательного интереса к научно-исследовательской деятельности и потребности в ней.

Организация прикладных исследований

ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ - исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач [5].

Прикладные исследования при решении медицинских проблем составляют три этапа.

Первый этап исследований медицинской проблемы - научная постановка задачи - содержит выявление и описание фактов, формулировку проблемы, цели и гипотезы исследований. Постановка задачи является одним из наиболее ответственных этапов принятия решений. Точное решение, полученное при неправильной постановке задачи, приводит только к появлению новых проблем. Очевидная, на первый взгляд, причина возникновения проблемы, может на самом деле быть только следствием более сложных и менее заметных процессов. По существу, постановка задачи сводится к изучению сложившейся ситуации, выявлению того, что именно и почему не устраивает менеджера и описанию ситуации, которую необходимо достигнуть. Изучение ситуации с точки зрения цели организации, выявление

факторов, обусловивших ее появление и существование, соизмерение разного рода затрат и результатов дают основание менеджеру отделить более важное от менее важного и сформулировать условия, определяющие допустимость решения и его качество.

Эффективность формулировки проблемы зависит от объекта исследований. В естественных и технических науках вследствие материального характера исследуемого объекта реальность фактов не вызывает трудностей с их объективным выявлением, а точность описания зависит от используемых приборов. Проблема как объект исследования операций носит идеальный характер и является противоречием между существующим и целью исследования — желаемым состоянием. При описании существующей ситуации в качестве фактов выступают внешние проявления проблемы, однако их соответствие ей далеко не так однозначно, как в случае описания фактов в естественных и технических науках. Это приводит, в частности, к тому, что затраты отождествляются с результатами, а точность применяемого математического метода - с адекватностью получаемых с его помощью решений исследуемой проблемы.

Ещё более сложным оказывается вопрос объективного описания второй составляющей проблемы - желательной ситуации и, соответственно, следующих из неё определений цели и гипотезы исследований. Все это зависит от объективности описания существующей ситуации и лица, принимающего решение выявить цели систем, в которые входит исследуемый объект. Здесь методические ошибки могут привести к тому, что попытка решения одной проблемы приведет к появлению новых. Многие новые проблемы - неточность в выборе методик биохимических исследований, неточность в подборе лекарственных препаратов — возникали в результате деятельности человека.

Второй этап исследования производственной проблемы - разработка математической модели. Объективность при этом должна обеспечиваться использованием научных принципов оценки ситуаций, а также методов и моделей принятия решений. Моделирование, особенно с использованием компьютеров, является основным теоретическим инструментом системных исследований прикладной ориентации в управлении сложными системами. Содержательная часть процесса моделирования (выбор показателей, факторов, зависимостей) включается в экономическую теорию, а техническая (под которой в 9 случаях из 10 понимается построение тех или иных статистических моделей) - в эконометрику. Таким образом, экономико-математическое моделирование оказывается, с одной стороны, разорванным, с другой -усечённым. И вопросы взаимосвязи всех этапов моделирования, корректности интерпретации результатов моделирования и, следовательно, ценности рекомендаций на основе моделей оказываются как бы висящими в воздухе. Глубокая внутренняя связь моделирования и системного подхода (systems approach) прослеживается уже в способе полагания объекта, поскольку систему, представляющую объект, по которому принимается решение, можно рассматривать как модель последнего. Наряду с этим представление модели сложного объекта как системы оказывается во многих случаях эффективным приёмом его исследования. Системное моделирование — это форма моделирования, для которой характерно представление объекта исследования в виде системы, многомодельность, итеративность построения системной модели, интерактивность. В этой плодотворности соединения системного подхода и моделирования заключается важный фактор, способствующий их взаимодействию и взаимопроникновению.

Особо следует выделить принципиальную необходимость введения в системную модель неформализуемых элементов в соответствии с принципом внешнего дополнения Ст. Бира (Beer Stafford). Наличие последних обусловливает включение в модель субъекта, который призван осуществлять взаимодействие формализованных и неформализованных элементов системной модели. Эта особенность даёт возможность более тесно реализовать единство субъекта и объекта, ориентацию на целевые установки принимаемых решений. Именно итеративность и диалоговость системного моделирования дают возможность снять противоречия между формализованными и неформализованными элементами всей структуры моделирования, возникающими в процессе моделирования.

При моделировании, так же, как и на первом этапе исследований, который можно считать построением концептуальной модели проблемы, происходит свёртка, ограничение полученной информации в форме, удобной в дальнейшем исследовании. Ограничение разнообразия необходимо для упо-

рядочения количества информации, поступающей к объекту. Ограничение разнообразия исходной информации (здесь ею является уже концептуальная модель проблемы) при математическом моделировании происходит вследствие трёх ограничений, имманентных этому методу, — ограниченности математического языка, метода и собственно модели.

На третьем этапе исследования проблем после обоснования вида и структуры адекватность и, соответственно, эффективность управленческого решения, полученного с помощью математической модели, связаны с качеством исходной информации, на основании которой вычисляются, например, элементы матрицы условий выбора метода лечения или биохимических исследований. Характер искажений здесь во многом зависит от метода моделирования. Для линейного программирования ошибки данного этапа уже мало связаны с исследуемым объектом и в основном возникают из-за невнимательности разработчика. Такого рода ошибки обычно обнаруживаются в работе с моделью и легко исправляются. Более сложная ситуация складывается при использовании регрессионного анализа, одинаково широко распространенного в естественных, технических и общественных науках.

Отличие этого метода по сравнению, допустим, с линейным программированием в том, что формирование коэффициентов регрессии определяется исходными данными, являющимися результатами процессов, происходящих в исследуемом объекте, рассматриваемом как «черный ящик», в котором механизм превращения «вход» в «выход» часто неизвестен. С увеличением количества исходной информации уровень ее разнообразия приближается к тому, который имманентен реальному объекту. Таким образом можно повышать адекватность регрессионной модели, что нельзя достичь в линейном программировании. Это достоинство регрессионного анализа достаточно эффективно может быть использовано в естественных науках вследствие сравнительно малого количества факторов и возможности управления последними.

Научно-исследовательская работа студентов – медиков как один из основных компонентов профессиональной подготовки будущих специалистов

В условиях современной цивилизации и демократии особую значимость приобретает задача по формированию научного, трудового, творческого потенциала и активной гражданской позиции будущих специалистов. Возникают новые требования к человеку и его образованию: к личностным, профессиональным качествам, научным и творческим возможностям, его знаниям и умению оперировать имеющейся информацией [1].

Перед учреждениями высшего медицинского образования стоит задача подготовки выпускников высокой квалификации: думающих, грамотных, самостоятельных специалистов. Для формирования требуемых компетенций современного врача необходима интеграция науки и образования. Успешность обучения студентов–медиков определяется их высокой трудоспособностью, навыками анализа большого объёма информации, способностью концентрации внимания, высокой познавательной активностью.

Высшее медицинское образование на современном этапе развития и научно-исследовательская работа студентов приобретает все большую актуальность и превращается в один из основных компонентов профессиональной подготовки будущих специалистов медицинской отрасли [1].

Научно-исследовательская работа студентов позволяет в определенной мере реализовать полученные знания, проявить индивидуальность и творческие способности, готовность к самореализации личности.

Важную роль в становлении будущих фармацевтов (врачей) - ученых и фармацевтов (врачей) - практиков играет работа одаренной студенческой молодежи в студенческом научном кружке, который плодотворно работает над развитием профессионализма будущих врачей.

Студенческий научный кружок является важной формой качественной подготовки будущих специалистов-медиков, ведь научно-исследовательская работа студентов готовит будущих специалистов к творческой работе, воспитывает в них требовательность к себе и точность в работе, научность и объективность, расширяет кругозор и, прежде, углубляет медицинские знания, как теоретического фундамента.

Обучение студентов предусматривает два вида самостоятельной научно-исследовательской работы студентов:

1) учебная, предусмотрена рабочими учебными планами (преимущественно научные доклады по определенной тематике), выполнение которых позволяет студентам получить дополнительные баллы к текущей успеваемости студента из определенного модуля;

2) индивидуальная самостоятельная научно-исследовательская работа студентов, которая проводится во внеурочное время в специализированной научно-исследовательской лаборатории или в городском лечебном учреждении под непосредственным контролем научного руководителя [3,4].

Научно-исследовательская работа требует от студентов не только определенных знаний и умений, но и настойчивости и любознательности. Научный поиск делает обучение студентов творческим и интересным. Базис познавательной деятельности студента закладывается преподавателями во время лекций и практических занятий, а совместная научно-исследовательская работа преподавателя и студента является ключевым моментом образовательного процесса и направлена на углубление теоретических знаний, совершенствование практических умений и навыков по соответствующей области медицины, подготовку эрудированного специалиста, обладающего значительным объемом информации, способного квалифицированно решать профессиональные задачи на высоком научном уровне, с использованием исследовательских методов.

Одной из основных форм научно-исследовательской работы студентов является поиск научной литературы по определенной тематике, самостоятельное выполнение ими экспериментальных исследований (работа над опытами, забор биоматериала для исследования, непосредственное выполнение патофизиологических исследований), проведение статистической обработки фактического материала, а также анализ и обобщения (совместно с научным руководителем) полученных результатов.

Издавна китайская медицина славится целостным подходом к лечению разнообразных заболеваний. Организм человека с позиции китайских врачевателей является целостной структурой. Так как же проявляется эта целостность по отношению к организму человека? В философии существует 4 типа антиномий частей и целого. Рассмотрим их применительно к организму человека.

1. Морфологически человеческий организм – сумма молекул, клеток, органов систем. Но функционально организм человека представляет собой нечто большее, чем простая сумма его составных частей, так как между этими частями возможно огромное множество разнообразных взаимодействий, которых намного больше, чем этих частей. Например, многоплановое действие гормонов на различные клеточные структуры.

2. Морфологически строение человеческого тела связано с расположением органов. Например, легкие защищены прочным каркасом – костями грудной клетки. Но и сама величина органов, развивающихся у плода, и их расположение может существенно изменять пропорции тела.

3. Целостная деятельность организма обусловлена многочисленными нервными и гуморальными факторами, которые, по сути, являются его частями. Но важна не только анатомическая целостность нервной и гуморальной системы. Гораздо важнее их функциональная дееспособность.

4. Для упрощения познания человеческого организма часто используют дедуктивный гносеологический метод, т. е. от клетки – к органам и системам органов. Однако нельзя умалять значимость эмпирического метода, который, прежде всего, основан на целостных процессах реакции организма на то или иное внешнее воздействие. Таким образом, на основании наблюдений за функциональными характеристиками целого организма, можно делать выводы о строении его отдельных частей.

Из вышеизложенного видно, что часто в качестве антиномий выступают физиологические и морфологические характеристики. Причем, они не полностью противоречат друг другу, а лишь дополняют и конкретизируют смысл целостности организма. Следовательно, под определением «целостный организм» следует понимать не только совокупность всех органов и систем органов индивида, но и их эффективное взаимодействие.

Заболевание поражает не отдельную часть организма, а определенные ткани различных органов, и поэтому рассматривать организм человека необходимо как целостную структуру.

С недавних пор целостный подход в медицине и фармации начинает развиваться в России. Есть врачи соответствующих специальностей: врач общей практики, семейный доктор. Но все же чаще врачи подходят «точечно» к лечению каждому заболеванию и не пытаются связать несколько патологий в единое целое. Издавна и по сей день медицине наблюдается специализация врачей по отдельным патологическим процессам. Существуют специализированные институты, центры кардиологии, онкологии, хирургии, пульмонологии, гастроэнтерологии и др. Конечно, открываются и многочисленные центры, и клиники нетрадиционной медицины, где как бы осуществляется целостная терапия. Но с одной стороны существует проблема признания этого метода нетрадиционным, с другой – зачастую эти клиники просто-напросто занимаются таким целительством, которое не приносит никаких результатов, вводя в заблуждение доверчивых пациентов. Целостный же подход, который будет признан официальным методом лечения, позволит найти новые средства лечения многих заболеваний, и откроет огромные перспективы перед медициной будущего.

Приобщение будущих фармацевтов и врачей к перспективным научным фармацевтическим и медицинским исследованиям способствует ориентации студентов на постоянное самообразование, приобретение навыков решения задач исследовательского характера (в том числе с целью продолжения исследовательской работы в аспирантуре и научно-исследовательских лабораториях), ведет к формированию профессиональной самостоятельности, самосознания, познавательного интереса, творческой инициативы и социальной ответственности за здоровье населения [2].

Следовательно, формирование научного мировоззрения в образовании, посредством развития интереса к исследовательской деятельности у студентов-медиков и фармацевтов учит обучающихся ставить перед собой цель и задачи конкретного исследования, обосновывать мотивы, действия, операции, направленные на достижение цели, использовать способы регуляции и корректировки деятельности для анализа данных и получения ее конечного результата.

Практически все ведущие страны имеют продуманную стратегию научно-технического развития, которая реализуется на практике и обеспечивается выделением значительных финансовых средств.

Такие стратегии осуществляют США, Япония, Германия, Великобритания, Китай, Бразилия и Индия. Главный упор в этих программах делается на увеличении государственных инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) в приоритетных отраслях, стимулировании внутреннего спроса на высокотехнологичную продукцию, принятии комплексных мер по поощрению инновационной активности частного сектора, особенно малого и среднего бизнеса, а также подготовке квалифицированных научных и инженерно-технических кадров.

Все это позволяет сделать вывод о том, что выход России в число лидеров глобального научно-технического развития требует ускоренного осуществления государственной стратегии поддержки НИОКР и инноваций, особенно в медицинской и фармацевтической сферах.

В формирующемся многополярном мире складываются 4 главных центра научного прогресса - США (35% мировых расходов на НИОКР по паритету покупательной способности), Европейский Союз (24%), Япония и Китай (примерно по 12%) [1]. К сожалению, Российская Федерация в группу лидеров не входит – на нашу долю приходится менее 2% мировых расходов на НИОКР по паритету покупательной способности и 1% по обменному курсу[*]. Таким образом, Россия отстает от США по расходам на НИОКР в 17 раз, от Европейского Союза – в 12 раз, от Китая – в 6,4 раза, от Индии – в 1,5 раза [8].

В настоящее время в России работает несколько сотен тысяч научных работников, большая часть (порядка полумиллиона) кандидаты и доктора наук.

В России насчитывается около четырёх тысяч организаций, занимающихся исследованиями и разработками. Около 70 % этих организаций принадлежат государству.

Россия не сможет добиться ведущей роли на международной арене без развития научного потенциала страны. Мировой финансово-экономический кризис отбросил российскую экономику на пять лет назад. Стало ясно, что полученные в начале прошлого десятилетия огромные доходы от экспорта энергетических ресурсов не были использованы для диверсификации и модернизации российской экономики.

Медицинские и фармакологические учреждения могут выполнять НИОКР сами или привлекать по договору сторонние фирмы. От этого будут зависеть особенности учета и налогообложения расходов на научные разработки. Зависят они также и от результата проведенных работ.

От судьбы российской науки зависит судьба России. Потеряв науку, Россия перестанет быть независимым государством, сохраняющим контроль над своей территорией и своими природными богатствами. Это обстоятельство следует положить в основу стратегии будущего развития страны [9,10].

Итак, научно-исследовательская работа - исключительно напряженная, творческая работа, которая требует полной самоотдачи, настойчивости, терпения, творческого мышления, чувство нового, стремление познать неизвестное.

Наука требует трудолюбия, работоспособности, умения долгое время работать с большим умственным напряжением. Эти качества существенно влияют как на проведение теоретической, экспериментальной части исследования, так и на процесс обобщения его результатов, внедрение научных рекомендаций в педагогическую практику.

Список литературы

1. Бирюкова И.В. Научно-исследовательская работа студентов-медиков как один из основных компонентов профессиональной подготовки будущих специалистов// Единство и идентичность науки: Проблемы и пути решения. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2017. – 238 с.
2. Коровина И.А. Формирование профессиональной направленности студента-медика в самообразовательной деятельности // Академический журнал «Интеллект. Инновации. Инвестиции». – 2011. – №4. – С. 29-33.
3. Малютина Н.Н. Мотивация и технология работы в студенческом научном обществе в период обучения в медицинском вузе / Н.Н. Малютина, В.В. Шевчук, Н.Н. Хорошавина, Н.Л. Владимирская, Н.В. Кашкина // Успехи современного естествознания. – 2013. - №3. – С.154-155.
4. Мурзаева Д.А., Черепанова С.П., Андес А.А. [и др.]. Значение научно-исследовательской деятельности (СНО) в формировании профессиональных компетенций будущего врача // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. XIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 2(13). URL: https://sibac.info/archive/meghdis/2(13).pdf (дата обращения: 06.03.2017)
5. Терентьев И.Г. Научный потенциал студента медицинского вуза / И.Г. Терентьев, А.И. Абелевич, проф. С.Н. Светозарский // Высшее образование в России. – 2011. - №12. – С.120-123.
6. www.conf.muh.ru/071227/thesis_Ovakimyan.htm
7. www.traditio.ru/wiki/
8. www.abc.vvsu.ru
9. www.strf.ru/
10. www.humanism.su

УДК 81'36

ГЛАВА 5. ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКАЯ БАЗА МОДАЛЯЦИИ СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ

ШИГУРОВ В. В.

Доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой русского языка
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

ШИГУРОВА Т. А.

Доктор культурологии, профессор кафедры культурологии и информационно-библиотечных ресурсов
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Аннотация: В работе исследуется семантическая база транспозиции субстантивных словоформ в межчастеречный семантико-синтаксический разряд вводно-модальных слов и выражений. Установлено, что модаляции в русском языке подвергаются имена существительные, входящие в несколько лексико-семантических групп. Подвергаясь в той или иной мере десемантизации, они ослабляют конкретные лексические значения и превращаются в ряде случаев в полупустые вставки. Вводно-модальные единицы этого типа выражают оценку сообщаемого в интеллектуально-логическом и эмоциональном аспектах.

Ключевые слова: русский язык, грамматика, транспозиция, модаляция, существительное, вводно-модальное слово, лексико-семантическая база

THE LEXICO-SEMANTIC BASE OF THE MODALATION OF NOUNS IN RUSSIAN LANGUAGE

Shigurov V.V.,
Shigurova T.A.

Abstract: In this work is investigated the semantic basis of the transposition of substantive word-forms into the between-class-of-words semantic-syntactic category of input-modal words and expressions. It is established that modalities in the Russian language are subject to nouns that are part of several lexical-semantic groups. During being subjected to some degree of desemantization, they weaken specific lexical meanings and turn in a number of cases into half-empty inserts. Input-modal units of this type express an estimate reported in the intellectual-logical and emotional aspects.

Keywords: Russian language, grammar, transposition, modalation, noun, input-modal word, lexical-semantic base.

Вводные замечания

Одной из актуальных задач транспозиционной грамматики русского языка является исследование устройства и функционирования механизма модаляции языковых и речевых единиц. Как отмечает В. В. Бабайцева, «типичные речевые факты («крайние случаи», по выражению Л. В. Щербы) легко укладываются в рубрики («клеточки») различных классификаций и, как правило, не вызывают вопросов. Однако в живом языке и речи преобладают факты, у которых нет полного набора дифференциальных признаков одной какой-либо грамматической категории. Эти случаи обусловливают существование так называемых «трудных вопросов грамматики» (см., напр. [1, с. 3–4]). Порождение фактов синкретизма в грамматическом строе языка во многом обусловлено действием механизма модаляции слов и словоформ разной категориальной принадлежности, в том числе беспредложных и предложных форм имен существительных. В их структуре наблюдается сложное грамматическое переплетение свойств и функций существительных и вводно-модальных слов, а при включенности еще в транспозиционные процессы адвербиализации, конъюнкционализации и партикуляции – признаков наречий, союзов и частиц. Формы проявления взаимодействия их дифференциальных признаков в структуре синкретов весьма многообразны.

Результаты исследования и обсуждение

Комплексное исследование процесса и результата транспозиции имен существительных в вводно-модальные слова и выражения показывает, что для ее осуществления необходимы определенные семантические предпосылки. По отношению к модаляции существительные могут быть разделены на две подгруппы. В первую, наиболее многочисленную из них войдут слова, неспособные к данному типу межчастеречной транспозиции, т.е к в вводно-модальному употреблению. Сюда входят такие субстантивные лексемы, как *облако, дерево, цветок, мел, люстра, лес, дрова, подоконник* и многие другие. Приведем типовые контексты с примерами, извлеченными в основном из «Национального корпуса русского языка» [(www.ruscorpora.ru)]:

(1) *А Маша мне стихи прислала: "Если* ***облако*** *ты белое, тогда я полевой* ***цветок****, всё для тебя я сделаю, когда придёт любви моей срок"* (В. Аксенов. Пора, мой друг, пора);

Вторая подгруппа объединяет существительные типа *слово, сущность, пример*, *счастье, удивление*, характеризующиеся двумя типами употребления: собственно субстантивным и вводно-модальным. Ср.:

(2) (2.1) ***Слово*** *«нет» ещё не было произнесено вслух, но оно уже существовало, уже проклюнулось как слабый росток* (Л. Улицкая. Пиковая дама); *Мир устойчив, потому что строится на добре, в этом есть изначальность духа, духовная* ***сущность*** *мира* (Д. Гранин. Зубр); *Лучшим* ***примером*** *этой закономерности служит французская история: на руинах монархического правления и якобинской диктатуры, пожравших друг друга, вознесся неожиданный победитель – Наполеон, не принадлежавший ни к тому, ни к другому лагерю* (Д. Быков. Орфография*); Всю жизнь я буду, как солнце, вспоминать наше недолгое* ***счастье*** (А. Солженицын. В круге первом); *Она не привыкла еще к тому* ***удивлению****, которое ее имя вызывало у волшебников* (Д. Емец. Таня Гроттер и магический контрабас) (субстантивные словоформы);

(2.2.) *А Мур, как беременной женщине, постоянно хотелось чего-то неизвестного, неопределённого –* ***словом****, поди туда, незнамо куда, и принеси то, незнамо что* (Л. Улицкая. Пиковая дама); ***К слову****, находились мы в глухой деревушке, в глуши пермских лесов, где воздух так вкусен, что его хочется есть* (В. Базанов. Картина в багетной раме); *Солдатики-то братики по домам едут, а Даниле,* ***в сущности****, и ехать-то некуда* (В. Астафьев. Пролетный гусь); *Они,* ***к примеру****, пошли в школу, стали проходить море – а они его живьём видели, море-то?* (В. Шукшин. Печки-лавочки); *Мост был,* ***к счастью****, свободен; грузовик занесло уже при съезде, и он завалился на косогор, пропахав боковиной снег и жухлую траву до чёрной земли, а задним бортом покорежив метра полтора металлических перил* (А. Волос. Недвижимость); ***На удивление****, это обещание почти подействовало на, казалось бы, вконец изнемогших людей* (В. Быков. Камень) (отсубстантивные вводно-модальные слова и выражения).

Как видно из примеров, в контекстах второго типа наблюдается транспозиция субстантивных словоформ в вводно-модальные слова и выражения со значением оценки сообщаемого в интеллектуально-логическом (*словом, в сущности, к примеру*) и эмоциональном аспектах (*к счастью, на удивление*).

Вместе с тем не вполне ясно, все ли существительные в одиночной позиции и в сочетании с другими словами в вводной функции являются вводно-модальными единицами. Какова реальная степень их приближения к ядерным, прототипическим словам рассматриваемого семантико-синтаксического разряда и как ее определить? Отправной точкой при решении этих вопросов служат обычно два фактора. Во-первых, это степень десубстантивации исследуемых словоформ, их декатегоризация и десемантизация, т.е. утрата категориальных, морфологических и синтаксических свойств исходной части речи, в том числе словообразовательного потенциала (общеграмматическая семантика предмета, принадлежность к лексико-грамматическим разрядам, грамматические категории рода, числа и падежа, словоизменительная парадигма, первичные функции подлежащего и дополнения, сочетаемость с прилагательными, глаголами в форме прошедшего времени или сослагательного наклонения и т.п.), а в редких случаях и субстантивного лексического значения. Во-вторых, это приобретение в позиции вводности субъективно-модальной семантики с соответствующим интонационным сопровождением.

Исследователи обычно исходят из того, что для вводно-модальных единиц исключены синтаксические связи (согласование, управление, падежное примыкание, примыкание) с другими словами в предложении, в том числе с адъективными распространителями, отражающими грамматические формы и значения категорий рода, числа и падежа существительных. Если же такие связи все-таки обнаруживаются, причем в составе вводных конструкций, то это свидетельствует, на наш взгляд, об определенном этапе в движении субстантивных словоформ к вводно-модальным единицам, которому соответствует, например, ступень гибридности (существительные-вводно-модальные слова) на шкале модаляции. Ср. употребление гибридных, субстантивно-модальных образований: *по правде говоря, к всеобщему удовольствию, на радость всех присутствующих* и т.п.:

(3) *Потихоньку доставала я запретный ящик с ёлочными украшениями, который доставать мне и самой,* ***по правде говоря****, не хотелось, чтобы не растратить до Нового года, приберечь к ёлке его одурманивающий запах* (М. Палей. Поминовение); *Тогда человек принялся проверять другие сугробы, и,* ***к всеобщему удовольствию****, из-под снежных покрывал вылезли еще два медведя – бурый и белый* (Е. Велтистов. Электроник - мальчик из чемодана); *Теперь,* ***на радость Фунтику****, они подолгу гуляли в саду Тюильри, созерцали его красоту и с не меньшим удовольствием любовались няньками, катавшими малышей богатых родителей в нарядных разноцветных колясках* (В. Михальский. Река времен. Ave Maria) (о ступени гибридности на шкале модаляции существительных см.: [2–3]).

Признаки синкретизма могут быть обнаружены и в структуре субстантивных словоформ в контекстах модаляции, совмещенной с другими транспозиционными процессами – адвербиализацией (*в принципе, без сомнений* – модальные обстоятельства)(4), партикуляцией (*факт, правда* – модальные слова-частицы в пре- и постпозитивном употреблении) (5), конъюнкционализацией (*правда, словом*)(6):

(4) *Наши самые легкие и быстрые мысли* ***в принципе*** *не могут быть считаны из-за своей неоформленности* (В. Пелевин. Любовь к трем цукербринам); *Говорят неразборчиво, но голоса слышны отчетливо и* ***без сомнения*** *принадлежат Будимиру и Сергею* (Д. Саврасов. Таежные были и небылицы);

(5) *Хромает он на правую ножку…* ***Факт****! Через твою терпимость веры ты и распустил кулака. Еще говорили в окружкоме: «дельный парень»...* (М. Шолохов. Поднятая целина); ***Правда****, веки у меня моргают быстрее, но это всё равно недостаточно быстро* (Е. Гришковец. ОдноврЕмЕнно);

(6) *Отдала ему и говорю –* ***правда****, оно (письмо) уже без конверта* (А. Геласимов. Жанна) (≈ ‘хотя’).

Как показывают наблюдения, семантическую базу модаляции представляет субстантивная лексика лишь некоторых лексико-семантических групп (см.: [4–5]). К ним можно отнести, например:

(1) Существительное *слово*, входящее в ЛСГ со значением «язык, языковые единицы и явления». Ср. субстантивный (1.1.) и вводно-модальный (1.2.) типы употребления словоформы *слово*:

(1.1.) *Всех этих новых, начинающихся* ***словом*** *«менеджер», за профессию не считал, так, пы-*

ле-в-глаза-пускание и из-пустого-в-порожнее-переливание, а профессия должна быть настоящая – учитель, врач, токарь… (М. Зосимкина. Ты проснешься) (= ‘языковая единица’);

(1.2.) *Когда в небольшом городке пожар, то каждый его видит, каждый может ударить в колокол, в набат, и тогда члены пожарной команды, где бы они ни были, чем бы ни занимались, обязаны всё бросить и немедленно явиться в пожарное депо, попросту говоря, в пожарный сарай, где стоят наготове бочки с водой, висят насосы, шланги, верёвки, багры, – **словом**, всё, что требуется для тушения пожара* (А. Рыбаков. Тяжелый песок) (= ‘одним словом’);

(2) Существительное *слухи*, входящее в ЛСГ со значением «текст». Ср.:

(2.1.) *Только по **слухам** он узнал впоследствии, что она родила сына*. (И. Ефимов. Суд да дело) (≈ ‘молва’);

(2.2.) *Можно забиться в какой-нибудь микрорайон «Перспективный», куда районное начальство, **по слухам**, предпочитает летать на вертолете, и все, пропал ты для общества, для бывших друзей и одноклассников, можно не увидеться годами и десятилетиями* (А. Слаповский. Большая Книга Перемен);

(3) Существительное *час*, входящее в ЛСГ со значением «единица измерения времени». Ср.:

(3.1.) *Профессор взглянул на меня обычным, непрочным лицом человека, теряющего силы с каждом **часом**, идущего к немощи…* (А. Терехов. Каменный мост) (= ‘промежуток времени в 60 минут’);

(3.2.) *«А вот что это на тебе за наряд? Ты, **часом**, не сектант?» – нанес ответный удар Евгений Дмитриевич* (Д. Глуховский. Метро) (≈ ‘случайно’);

(4) Существительное *случай*, входящее в ЛСГ со значением «развитие каких-либо процессов, явлений, событий». Ср.:

(4.1.) *Наоборот, классическая теория сама стала лишь частным **случаем** в разработанном Штрумом новом, широком решении; его уравнения включали казавшуюся всеобъемлющей теорию в себя* [В. Гроссман. Жизнь и судьба (≈ ‘событие, которое произошло’);

(4.2.) *Когда я вошла, он спросил: «У тебя, **случаем**, нет сигарет?»* (Э. Радзинский. «Я стою у ресторана...») (≈ ‘случайно’);

(5) Существительные *суть, существо, сущность, факт*, входящие в ЛСГ со значением «онтологические, бытийные категории». Ср.:

(5.1.) *Да, действительно, все они несли в мир зло и смерть, хотя смерть **по сути** своей злом не является* (Н. Дежнев. Принцип неопределенности) (≈ ‘самое главное и существенное’); *И я вижу, что из всех адвокатов **по существу** дела подготовился только один Терещенко* (А. Рыбаков. Тяжелый песок); *Разобраться **в сущности** и в весе гаррисовского вклада в науку у нас нет никакой возможности, мы не компетентны в этой области знания, но в том, что тип был подлинным оригиналом, а не подделкой или копией, как большинство человечества, сомнений не возникает* (Э. Лимонов. Молодой негодяй); *Любой **факт** её жизни производил на меня впечатление сенсации* (С. Довлатов. Заповедник)(≈ ‘реальное событие’);

(5.2.) *После войны от разбомбленной Иерусалимки остались, **по сути**, две улицы – Переца и Эдельштейна* (Д. Рубина. Белая голубка Кордовы) (= ‘в сущности’); *Это очень неприятно видеть сны, **по существу**, не твои, тем более когда они перекликаются не с твоим личным прошлым* (С. Носов. Фигурные скобки); ***В сущности**, со мной уже давно не происходило ничего нового, и я надеялся, находясь рядом с Никой, увидеть какие-то незнакомые способы чувствовать и жить* (В. Пелевин. Ник); *Доходы скрываете от налогообложения. Скрываете, **факт**. Пятьсот рублей в месяц − это сколько же минимальных зарплат получается, а?* (С. Залыгин. Бабе Ане − сто лет)(≈ ‘конечно’);

(6) Существительные *сожаление, неудовольствие, разочарование, честь*, входящие в ЛСГ со значением «эмоциональное отношение субъекта к окружающему миру». Ср.:

(6.1.) *Ее жалели, но **к сожалению** о ней у многих примешивалась презрительная усмешка* (Ф. Сологуб. Королева Ортруда) (≈ ‘чувство печали, огорчения, вызванное сознанием невозможности изменить что-либо’); *Отказавшись есть, она выпила чаю и стала ходить по комнатам, тщательно осматривая каждую комнату, чтобы найти повод **к неудовольствию*** (А. Грин. Джесси и Моргиана) (≈ ‘чувство недовольства, неодобрения по отношению кому-, чему-либо’); *Лишь убедившись в том,*

что всё сделано ***по чести****, лишь тогда, когда в руках официантов прилетела закрытая сковорода, в которой что-то ворчало, Арчибальд Арчибальдович позволил себе покинуть двух загадочных посетителей, да и то предварительно шепнув им* (М. Булгаков. Мастер и Маргарита) (≈ 'с уважением'); ***К разочарованию*** *от личности добавлялось еще одно: отчего-то ему казалось, что этот разговор станет поворотным пунктом во всей истории, однако пока ничего похожего не происходило* (В. Белоусова. Жил на свете рыцарь бедный)(≈ 'чувство неудовлетворенности, вызванное несбывшимися ожиданиями или мечтаниями');

(6.2.) ***К сожалению****, ни мы, дети, ни Юрин брат, ни другие любители поговорить о международных делах тогда об этом не догадывались* (Ф. Искандер. Мой кумир); *Все задвигали стульями, скамейками, уронили вилку со звоном, зашикали друг на дружку, взрослые перекрестились на образа, малыши и я вместе с ними,* ***к неудовольствию бабушки****, остались сидеть* (В. Астафьев. Последний поклон)*;* ***По чести****, вполне возможное фиаско трогало меня лишь потерей Татьяны Алексеевны, об остальном я просто не думал*. (Ю. Нагибин. Моя золотая теща); *Катя бросилась открывать, но,* ***к*** *изумлению и* ***разочарованию****, обнаружила на пороге Алексея* (Т. Тронина. Никогда не говори «навсегда»);

(7) Существительные *сожаление, радость, досада, несчастье, огорчение, стыд, удовольствие, удивление, изумление, ужас, счастье, прискорбие, беда, совесть*, входящие в ЛСГ со значением «эмоциональное состояние». Ср.:

(7.1.) *Скоро* ***к радости*** *прибавилась гордость: на оленьих шкурах горели красные стрелы − родовой знак Ившей* (А. Григоренко. Мэбэт) (≈ 'Чувство удовольствия, ощущение большого душевного удовлетворения'); *«Князь Димитрий Юрьевич, − отвечал Чарторийский, − прости меня: твои слова для меня непонятны, и я не думал, чтобы усердие мое подало тебе повод* ***к досаде****»* (Н. Полевой. Клятва при гробе Господнем) (≈ 'состояние раздражения, неудовольствия, огорения вследствие неудачи, обиды'); *Он говорил длинно и путанно, и почему-то именно мне было стыдно его слушать, хотя, думаю, и ему стыдно, но ему так часто бывает стыдно, что он* ***к стыду*** *своему привык, и, стыдясь многих своих поступков, продолжает их совершать, потому что не стыдится своего стыда, а это и есть нравственный стыд, все остальные стыды от живота, и можно, стыдясь и краснея, совершать самые тяжкие и самые темные преступления, что многие и делают, и стыд препятствием для них не является* (В. Соловьев. Три еврея, или Утешение в слезах) (≈ 'Состояние, унизительное для кого-либо, положение в результате позорного события, оскорбления, недостойного поступка, поведения и т.п.'); *Вне этого стремления* ***к наслаждению*** *для нее нет ни идей, ни интересов, ни обязанностей* (В. Кетлинская. Мужество) (≈ 'состояние высшей степени удовлетворения жизнью, довольства'); *После рассказа об уходе в лес этих двух товарищей* ***по несчастью*** *автор пытался вообразить себе их дальнейшие приключения* (В. Войнович. Замысел) (≈ 'горе'); *Я рассказал это Клэр; она отнеслась* ***к несчастью*** *горничной с участием − потому что с Клэр ничего подобного случиться не могло, и это сочувствие не пробуждало в ней личных чувств или опасений − и ей очень понравилась песенка* (Г. Газданов. Вечер у Клэр); *Слезы − реакция организма* ***на горе*** *и печаль* (А. Слаповский. 100 лет спустя. Письма нерожденному сыну) (≈ 'состояние глубокой душевной печали,нравственной боли, вызываемое несчастьем, бедой, утратой'); *Их «пожалуйте ручку-с», звучные поцелуи в плечико и запах сала от их голов возбудили во мне чувство, самое близкое* ***к огорчению*** *у людей раздражительных* (Л. Толстой. Детство)(≈ 'состояние душевного переживания, боли, вызванное неприятностями'); *И если человек находит в себе силу поступить* ***по совести****, он чувствует такой прилив счастья* (В. Гроссман. Жизнь и судьба) (≈ 'чувство моральной ответственности за свое поведение перед окружающими людьми, обществом; нравственные принципы, взгляды, убеждения'); *Один для снискания общественного признания хвастался ловко разыгранным бабаем, другой продавливал пробку в глубь бутылки, чтоб сократить путь* ***к удовольствию*** (Л. Леонов. Вор)(≈ 'состояние радости, довольства от приятных ощущений, переживаний, мыслей, событий и т.п.'); *Собирая постель и делая зарядку, я размышлял о том, что существует, вероятно, некоторый предел способности* ***к удивлению*** (А. Стругацкий, Б. Стругацкий. Понедельник начинается в субботу)(≈ 'состояние, вызванное сильным впечатлением от чего-либо непонятного, неожиданного, странного'); *Доктор уже обращал внимание Фомы на*

то, что с огнем здесь обращаются только странные малорослые существа с копчеными физиономиями и длинными руками, своего рода томбрианские гномы; больше никто к огню даже не подходил; но Фома, к тому времени отвыкший, в скитаниях по пустыням, от алкоголя и выпивший не менее литра «газировки», был близок ***к изумлению*** (С. Осипов. Страсти по Фоме)(≈ ‘состояние ошеломления, крайней озабоченности, вызванное чем-либо неожиданным, странным, непонятным’); *Уже само здание, даже стены его и узкие окна внушали молодому человеку что-то близкое* ***к ужасу*** (П. Нилин. Интересная жизнь)(≈ ‘состояние сильного испуга, доходящее до подавленности, оцепенения перед чем-либо необыкновенно страшным’); *Роман был близок* ***к отчаянию****: неужели даже в таком простом вопросе он наделал ошибок?* (А. Маринина. Последний рассвет)(≈ ‘состояние крайней безнадежности, ощущение безвыходности, упадка духа’); *Счастливых людей, кроме моей трехмесячной дочери, я никого… никого не встречал… Русский человек* ***к счастью*** *не готовится* (С. Алексиевич. Время second-hand)(≈ ‘состояние высшей удовлетворенности жизнью, полноты жизни’); *Странная эмоция, совсем не похожая* ***на счастье*** *или удовлетворение, осветила его лицо* (М. Елизаров. Библиотекарь); *И тут уж не было вознаграждения* ***прискорбию*** *ни в каких личных расчетах; я могу сказать, что тут мое решение, мое последнее решение было принято единственно по привязанности к ней, только из желания, чтобы ей было лучше, исключительно по побуждениям не своекорыстным* (Н. Чернышевский. Что делать?)[≈ ‘Скорбь, печаль, горестное сожаление (в связи с чьей-л. кончиной, катастрофой и т.п.)’]; *Питер − человек очень деятельный, способный откликнуться* ***на беду*** (Т. Тарасова, В. Мелик-Карамов. Красавица и чудовище)(≈ ‘состояние огорчения, неудовольства, горя, вызванное очень неприятным событием, происшествием’);

(7.2.) *Михаил,* ***к радости моей****, ничего не возражая, лишь вторично приложился тетушке к ручке* (О. Форш. Одеты камнем); *Пересилив в душе неприятное впечатление (оно было вызвано появлением незнакомца − здесь, в лакированном доме, где лакеи могли основательно недоумевать, где, наконец, незнакомец мог быть встречен папашею) − пересилив в душе неприятное впечатление, Николай Аполлонович вознамерился двинуться вниз, чтоб достойно, по-абле-уховски, ввести в лаковый дом щепетильного гостя; но,* ***к досаде****, его меховая туфелька соскочила с ноги; и босая ступня закачалась из-под полы халата; Николай Аполлонович на ступеньках споткнулся; и вдобавок он подвел незнакомца: предположивши, что Николай Аполлонович в порыве обычной угодливости бросится к нему вниз (Николай Аполлонович уже выказал в направлении этом всю стремительность своих жестов), незнакомец с черными усиками бросился в свою очередь к Николаю Аполлоновичу и оставил мутный свой след на бархатно-серых ступенях; теперь же незнакомец мой растерянно стал меж передней и верхом; и при этом увидел он, что пятнает ковер; незнакомец мой сконфуженно улыбнулся* (А. Белый. Петербург); *... Заговорить серьезнее и подробнее, а потом разозлиться и уже кричать,* ***к наслаждению мужа Евсеевой****, который в глазах окруживших их молчаливых слушателей вышел из спора полным победителем* (Б. Вахтин. Надежда Платоновна Горюнова); *Таков язык в этих стенах, видевших и слышавших такие истории, что никакие слова и никакие происшествия тут никого покоробить не должны, и если,* ***по несчастью****, это происходит, значит, человек плохо представлял себе, куда он шел* (В. Распутин. Дочь Ивана, мать Ивана); *Кроме того, я,* ***к несчастью****, ничуть не похожа на свою ясноглазую бабушку, бездумно жившую инстинктом веры и доброты* (М. Палей. Поминовение)*; С одной стороны, такой поворот разговора был ей на руку, но с другой… Она слишком хорошо знала людей и особенно судьбу тех, кто,* ***на горе себе и близким****, задавался философскими вопросами* (Н. Дежнев. Принцип неопределенности); *Прощались они молча, причем грустно, по-эскимосски в сторону смотрели Танины глаза, грустно, но без усталости принимала она долгие его и,* ***на горе****, незабываемые поцелуи* (Б. Поплавский. Домой с небес); *Однако все благополучно: доктор утешительно сказал, что нос останется на прежнем месте, формы своей не утратит, хотя надо ожидать, что он будет несколько больше натурального и,* ***к огорчению****, приобретет устойчивый слабофиолетовый оттенок, как у пьяниц* (В. Шишков. Угрюм-река); И*, к* ***стыду****, замешались первые чиновники города, сам губернатор* (Н. Гоголь. Мертвые души); *Но музейный чердак,* ***по совести****, был самым необычным из всех, которые я видел* (Ю. Домбровский. Хранитель древностей); ***К удовольствию****, его согласие последовало легко и скоро, и молодая чета, как пара*

ласточек, с веселым криком улетела от осени к теплу, свету, смеху, в свое будущее гнездо (И. Гончаров. Обрыв); *Он не мог найти эту дачу, нашел, и Ася там, **к удивлению**, оказалась* (А. Битов. Лес*); Испытание письменное выручало: семь дней подготовки; и я, **к изумлению**, курс анатомии все ж одолел, педантичнейше следуя методу запоминанья, который придумал себе: перед каждым экзаменом засветло я раздевался, как на ночь; и мысленно гнал пред собою весь курс; и неслись, как на ленте, градации схем, ряби формул; то место в программе, где был лишь туман, я отмечал карандашиком; так часов пять-шесть гнался курс; недоимки слагались в списочек; в три часа ночи я вскакивал, чтоб прозубрить недоимки свои до десятого часа, когда уходил на экзамен; вздерг нервов, раскал добела ненормально расширенной памяти длился до мига ответа; ответив, впадал в абулию: весь курс закрывался туманом* (А. Белый. Начало века); *Будучи уже на уровне третьего этажа, Пирошников, почувствовал, как веревку дернуло, и поднял голову вверх, где, **к ужасу**, увидел две головы, высунувшиеся из открытого окна Наденькиной комнаты* (А. Житинский. Лестница); *И к ужасу, **к отчаянию** своему, понимала, что ни за что и никогда* (Г. Щербакова. Кровать Молотова*); **К счастью**, командировочные документы были уже оформлены, билет на поезд готов* (И. Грекова. В вагоне); *Тут, **на счастье**, пришёл бондарь, который отец, и вынимает спиртной предмет из кармана* (Е. Замятин. Слово предоставляется товарищу Чурыгину); *Этот ужасный Абу-Джафар, **к прискорбию**, с юных лет отличался большими способностями и прилежанием* (В. Ян. Чингиз-хан); *Тут один из ассистентов рассказал мне, что Пушкин накануне был в театре, где, **на беду**, судьба посадила его рядом с [Денисевичем* (И. Лажечников. Знакомство мое с Пушкиным);

(8) Существительное *правда*, входящее в ЛСГ со значением «оценка интеллектуальных способностей человека». Ср.:

(8.1.) *Он знал, как дорога и нужна бывает **правда**, заключённая в этих брошюрках, однако его смущало, что Кольцов соглашался с Мензбиром, подтверждал с высоты прожитого незыблемое преимущество науки перед суетой политических страстей, перед брошюрками, где вместо истины агитация, сегодня одно, завтра другое* (Д. Гранин. Зубр) (≈ ‘истина’);

(8.2.) *Летом эту сетку видно не будет, а зимой, **правда**, видно будет, но, при определённых обстоятельствах, можно сделать вид, что и не будет* (М. Палей. Поминовение); *Мне, **по правде**, это не приходило и в голову, до того женщины практичнее нас, мужчин, при решении житейских задач!* (Ф. Достоевский. Крокодил);

(9) Существительные *правило*, *обычай*, входящие в ЛСГ со значением «социальные нормы, обычаи и правила». Ср.:

(9.1.) *У практических работников испокон веку существовало непреложное **правило**: получив указание, не торопись исполнять, возможно, его еще отменят* (А. Маринина. Мужские игры)(≈ ‘отправное положение, установка, лежащие в основе чего-либо; принцип, служащий руководством к действию’); *Обожание он принимал снисходительно, **по обычаю** обмахиваясь ресницами (скромность ему шла*) (И. Грекова. Фазан)(≈ ‘традиционно установленный, общепринятый порядок; привычка’);

(9.2.) *Если делается какой-то предмет, например, рамка для фотографий, каминные часы или ручное зеркальце, то, **как правило**, проще: изделие оценивается только визуально, а вот если речь идет об украшении, то заказчик должен его примерить, и если что-то не так с размером кольца, неудобно села на мочке уха серьга или неловко носить браслет, то начинается доводка, допуски для которой оставлены заранее* (А. Маринина. Последний рассвет); *Когда часы стали бить полночь, Мария Александровна, **по обычаю**, с каждым боем высказала про себя двенадцать желаний* (З. Воскресенская. Сердце матери);

(10) Существительное *шутк*а, входящая в ЛСГ со значением «текст». Ср.:

(10.1.) *Забудутся **шутки**, лица, и смех, и судьба, случайно рассказанная, и случайно высказанная боль* (В. Гроссман. Все течет) (≈ ‘текст, созданный ради развлечения’);

(10.2.) *Земля задрожала, стало темно и, **кроме шуток**, страшно!* (П. Волошина, Е. Кульков. Мару);

(11) Существительные *предание, легенда, притча, пословица, поговорка, былина, басня, лето-*

пись, жизнеописание, мемуары, миф, воспоминание, рассказ, повесть, пьеса, роман, хроника, поэма, драма, эпопея, очерк, песня, входящая в ЛСГ со значением «жанры и произведения, созданные в этих жанрах». Ср.:

(11.1.) *Древнегреческое* ***предание*** *повествует о том, что Геракл, совершая свой последний, самый трудный, двенадцатый, подвиг, вывел из подземного царства трехголового злого пса Цербера, сторожившего вход в ад* (С. Курганская. Акониты); *Ситуация с кукурузой была разыграна точно* ***по пословице****: «Заставь дурака богу молиться, он и лоб пробьет»* (Г. Попов, Н. Аджубей. Пять выборов Никиты Хрущева);

(11.2.) *Пусть так, но пьеса 1820 г. остаётся как пушкинское стихотворение великолепной яркости и силы − не менее в этом сравнении текстов, если не более, пушкинское, − то самое, прочитав которое Батюшков,* ***по преданию****, смял листок и сказал: "О, как стал писать этот злодей!" − и навсегда лишился рассудка* (С. Бочаров. Из истории понимания Пушкина); ***Согласно преданию****, на склонах Везувия скрывался Спартак со своими соратниками после восстания в 73 году до нашей эры* (В. Хорт, С. Тишина. Ведомые свыше); *Добрая,* ***по пословице****, слава лучше мягкого пирога* (Г. Сковорода. Толкование из Плутарха о тишине сердца); *Два комитета,* ***по поговорке****, как снег на голову свалились на меня − оба по военному министерству* (А. Никитенко. Дневник); ***По рассказам****, его младший брат с детства болел эпилепсией и жил под надежной опекой родителей* (Н. Щербак. Роман с филфаком).

Заключение

Из вышесказанного следует, что в результате перерождения в вводно-модальные единицы существительные подвергаются в той или иной мере десемантизации, ослабляя конкретные лексические значения и превращаясь в ряде случаев в полупустые вставки, давая возможность субъекту модуса выразить свое отношение к содержанию высказывания, оценить его в интеллектуально-логическом (*словом, в сущности, к примеру* и т.п.) и эмоциональном аспектах (*к счастью, на удивление* и т.п.) (о разных аспектах теории переходности и синкретизма в системе частей речи см.: [6–19]).

** Работа выполнена в рамках проекта "Комплексное исследование модаляции как типа ступенчатой транспозиции языковых единиц в семантико-синтаксический разряд вводно-модальных слов», выполняемого при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 15-04-00039а).*

Список литературы

1. Бабайцева В. В. Явления переходности в грамматике русского языка: монография. – М.: Дрофа, 2000. – 640 с.

2. Шигуров В. В., Шигурова Т. А. Гибриды типа правда, факт на шкале модаляции существительных // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XI Международной научно-практической конференции (20 августа 2017 г.) / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 220–224.

3. Шигуров В.В., Шигурова Т.А. Гибридные, субстантивно-модальные структуры в контексте модаляции и адвербиализации // Актуальные научные исследования в современном мире: XXVIII Междунар. научн. конф., 26-27 августа 2017 г., Переяслав-Хмельницкий / Сб. научных трудов. – Переяслав-Хмельницкий, 2017. – Вып. 8 (28), ч. 2. – С. 102–106.

4. Большой толковый словарь русских существительных: Идеографическое описание. Синонимы. Антонимы / Под ред. Л. Г. Бабенко. – 2-е изд., стер. – М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА. – 864 с. – (Фундаментальные словари).

5. Большой толковый словарь русского языка. Гл. ред. С. А. Кузнецов 2014 // http://www.gramota.ru/slovari/info/bts.

6. Баудер А. Я. Части речи – структурно-семантические классы слов в современном русском языке. – Таллин: Валгус, 1982. – 184 с.

7. Воротников Ю.Л. Степени качества в современном русском языке. – М.: Азбуковник, 1999. – 281 с.

8. Воротников Ю.Л. Безотносительные степени качества в русском языке // Известия РАН. Сер. лит. и яз. – 2000, Т.59. – № 1. – С. 36–43.

9. Высоцкая И.В. Синкретизм в системе частей речи современного русского языка. – М.: МПГУ, 2006. – 304 с.

10. Ким О. М. Транспозиция на уровне частей речи и явление омонимии в современном русском языке. – Ташкент: Фан, 1978. – 227 с.

11. Мигирин В. Н. Очерки по теории процессов переходности в русском языке. – Бельцы, 1971. – 199 с.

12. Шигуров В. В. Функциональная транспозиция пространственных наречий в императивно-эмотивные междометия (на материале образований вон, прочь, долой) // Филологические науки. – № 3. – М., 2006. – С. 51–62.

13. Шигуров В. В. Разновидности функциональной транспозиции словоформ в системе частей речи современного русского языка // Филологические науки. – М. – 2001. – № 6. – С. 59–65.

14. Шигуров В. В. Два вектора развития русского причастия в контексте предикативации и / или адъективации: семантика и грамматика // Научное обозрение: гуманитарные исследования. – М., 2012. – № 3. – С. 152–157.

15. Шигуров В.В. Индексация зоны гибридных структур на шкале предикативации страдательных причастий // Московское научное обозрение. – – 2012. – № 4 (20). Ч. 2. – С. 15–19.

16. Шигуров В.В. Предикативация как тип ступенчатой транспозиции языковых единиц в системе частей речи: Теория транспозиционной грамматики русского языка. – М.: Наука, 2016. – 704 с.

17. Шигуров В.В., Шигурова Т.А. Функциональные отдеепричастные модаляты в русском языке // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.

18. Shigurov V.V., Shigurova T.A. Theoretical Basics of the Transpositional Grammar of Russian Language // International Journal of Applied Linguistics and English Literature. – 2016. Т. 5. – № 5. – С. 237–245.

РАЗДЕЛ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 517.3

ГЛАВА 6. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

КОВАЛЕВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Аннотация: в представленной работе рассматривается процесс разработки современного математического обеспечения для автоматизированных систем управления функционированием криогенных систем в условиях образования твердой фазы высококипящих примесей.

Ключевые слова: примесь, вода, диффузионная модель, автоматизированные системы управления, информационные системы, функционирование криогенных систем

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND MATHEMATICAL METHODS FOR MODELING COMPLEX TECHNOLOGICAL PROCESSES

Kovaleva Elena Nicolaevna

Abstract: In the presented work the process of working out of modern mathematical maintenance for the automated control systems by functioning of cryogenic systems in conditions of formation of a solid phase of high-boiling impuritieshe.

Keywords: admixture, water, diffusion model, automated control systems, information systems, the functioning of cryogenic systems

Проведение процессов при криогенных температурах широко используется в пищевой и химической промышленности, в сельском хозяйстве, медицине, а также в авто- и аэрокосмической технике.

Применение криогенных жидкостей в промышленных масштабах предполагает эксплуатацию систем хранения, состоящих из резервуаров, вспомогательного оборудования и устройств, позволяющих выдавать потребителю криогенную жидкость с заданными термодинамическими параметрами. При этом эффективное функционирование криогенных систем возможно лишь при включении в их состав средств автоматизации и программных комплексов, базирующихся не только на современной вычислительной технике, но и на современном математическом обеспечении.

Потери криогенных жидкостей и ухудшение их качества зависят от содержания в них высококипящих примесей (в кислороде - углеводородные соединения, в водороде – азот и кислород и т.д.), которые накапливаются в виде осадка в элементах криогенных систем. Превышение допустимого предельного содержания примеси в осадке приводит к аварийным ситуациям. Поэтому периодически производится очистка внутренних поверхностей элементов от осадка с помощью их отогрева. Ясно, что преждевременные отогревы ведут к перерасходу криогенных жидкостей, а несвоевременные – снижа-

ют уровень безопасности. Определение момента времени, когда необходимо производить очистку резервуаров, является важной практической задачей [1, с. 313].

Возможности непосредственного измерения содержания примесей в криогенных системах ограничены. Суммарные концентрации примесей в жидкости, находящихся в растворенном виде и во взвеси, определяются специальными хроматографами, точность которых невелика ввиду низкой растворимости примесей, а толщина осадков до сих пор не измеряется из-за отсутствия такого рода приборов. Поэтому контроль и прогнозирование содержания примесей в криогенных системах осуществляется расчетным путем.

Однако существующие математические модели, положенные в основу расчета образования осадка, позволяют оценивать его толщину лишь для ограниченного класса промышленных резервуаров типа $РЦВ$, из-за чего точность контроля и прогнозирования мала. Это является следствием того, что нет достаточно адекватных математических моделей осаждения примесей для всего класса промышленных резервуаров. В связи с этим необходима модернизация существующего инвариантного к структуре криогенных систем математического и программного обеспечения задач анализа, контроля и прогнозирования содержания примесей.

Дальнейший рост производства и потребления криогенных жидкостей, а также стоимость их получения, повышает значимость разработки современного математического обеспечения для автоматизированных систем управления функционированием криогенных систем в условиях образования твердой фазы высококипящих примесей.

Целью работы является разработка инвариантных моделей анализа потоков отвержденных микропримесей в элементах криогенных систем в условиях образования их осадка в виде подсистемы модифицированного математического обеспечения автоматизированных систем предметного назначения криогенной техники.

Задачи исследования:

Оценка влияния неоднородности конвективного перемешивания на седиментирующую малоконцентрированную полидисперсную взвесь для определения входных параметров моделей.

Построение на основе полученных результатов и имеющихся экспериментальных данных моделей осаждения малоконцентрированной полидисперсной взвеси в горизонтальном цилиндрическом и сферическом резервуарах в условиях конвективного перемешивания с целью определения относительной массовой концентрации частиц, кинетики их осаждения и определения толщины осадка на смачиваемой поверхности.

Известно, что при проектировании и эксплуатации криогенной техники основной проблемой является обеспечение пожаро - и взрывобезопасности. Составной частью этой проблемы являются задачи контроля и прогнозирования примесей криогенных жидкостей в элементах криогенных систем. Так, например, самодетонация кристаллов кислорода в жидком водороде происходит при толщине осадка 100 $мкм$ [2, с. 117].

Для решения этой задачи необходим интегрированный комплекс аппаратурных средств и математического обеспечения для адекватного (в смысле точности результатов) контроля и прогнозирования количественного содержания микропримесей не только в осадке, но и во взвеси, а также в растворенном виде в криогенной жидкости [3, с. 127].

В настоящее время для успешного измерения необходимых параметров криогенной системы нет достаточно точных приборов (в числе имеющихся – это только газоанализаторы специального назначения, устанавливаемые обычно у дна криогенных резервуаров). С другой стороны, хотя и существуют специально разработанные математические модели и методы, описывающие распределение микропримесей в элементах криогенных систем, но до сих пор не решен ряд задач, учитывающих реальную геометрию криогенных элементов. Так, например, получены аналитические решения задач осаждения микропримесей в одномерном случае и вертикальном цилиндрическом резервуаре. Большинство используемых в промышленности резервуаров имеют форму горизонтального цилиндра и сферы. Они частично наполнены криогенной жидкостью. Без решения задач осаждения примесей в таких резервуа-

рах применение разработанной ранее автоматизированной системы управления не вполне корректно и адекватно [4, с. 121].

В связи с тем, что основной задачей при функционировании жидкостных криогенных систем является недопущение предельно допустимого содержания примесей в осадке во избежание аварийной ситуации, производится очистка внутренних поверхностей элементов от осадка с помощью их отогрева. Результаты анализа состава газовой смеси, образующейся при отогревах резервуаров, показывают, что действительное количество примесей не совпадает с расчетным. Этот факт свидетельствует о том, что еще имеются резервы путем повышения адекватности программного обеспечения сократить потери криогенных продуктов без снижения уровня безопасности за счет продления периодов безотогревной эксплуатации. Разработаны математические модели перераспределения потоков примесей, адаптированные для систем хранения жидкого водорода. Ключевыми примесями, по которым осуществлялся контроль, являлись кислород и азот. Модели технологических операций, представленные в алгоритмическом виде, инвариантны структуре криогенной системы, параметры которой были известны заранее [5, с. 99].

Прежде чем переходить к этапу синтеза математической модели процесса осаждения и образования осадка микропримесей, рассмотрим общую классификацию дисперсных сред.

Дисперсные среды (гетерогенные, неоднородные или многофазные смеси) представляют собой смесь двух фаз, одна из которых образует сплошную (непрерывную) среду (сплошная фаза), а вторая раздроблена и распределена в первой в виде отдельных элементов объема (дисперсная фаза) [6, с. 100].

В криогенных системах сплошной фазой является жидкость. В этом случае классификация дисперсий по размеру частиц и отношению объемов дисперсной фазы представлена в табл. 1.

Таблица 1.

Классификация дисперсий по размеру частиц

Сплошная фаза	Дисперсная фаза	Название дисперсии	Отношение объема дисперсной фазы к общему объему дисперсии	Размеры частиц дисперсной фазы
Жидкость	Твердые частицы	Суспензия	Меньше 1	
		Шлам	Порядка 1	
		Дисперсоид		Средний размер частиц больше 0,1 мк
		Коллоид		Средний размер частиц меньше 0,1 мк

Технические криогенные продукты, получаемые в ожижительных установках, содержат определенное количество посторонних примесей в виде твердых частиц [7, с. 50]. Относительное содержание химически чистого продукта, видовой состав примесей, содержание нормируемых примесей и методы контроля регламентируются нормативно-техническими документами, определяющими сорт технического продукта.

Основные причины загрязнения криогенных продуктов в системах связаны с производством продуктов [8, с. 180], несовершенством изготовления оборудования, его износом в процессе эксплуатации, конденсацией компонентов воздуха и других газов. Первые три причины характерны для любых гидравлических систем, хотя для криогенных систем имеются и специфические моменты, а четвертая – характерна только для систем, работающих на низкотемпературных жидкостях.

Количество частиц, образующихся в процессе износа оборудования невелико, а сам процесс при криогенных температурах замедляется. В большем количестве в полость оборудования попадают технологические загрязнения. Более специфичен механизм загрязнения криогенных продуктов сопутствующими примесями [9, с. 119]. Если для высокотемпературных жидкостей концентрация сопутствующих примесей определяется качеством очистки рабочих жидкостей при их производстве или перед заполнением систем и мало меняется в процессе эксплуатации, то в криогенных продуктах относительное содержание сопутствующих примесей имеет динамичный характер [10, с. 97]. Во-первых, при выкипании криогенных жидкостей в процессе охлаждения конструкции и хранения продукта увеличивается концентрация твердых механических примесей.

Во-вторых, при увеличении концентрации малолетучих примесей, растворимость которых сравнительно невелика, они частично кристаллизуются. В-третьих, при неизменном абсолютном содержании примесей может происходить увеличение концентрации твердых частиц вследствие уменьшения предела растворимости при понижении температуры жидкости.

Анализ опыта эксплуатации промышленных резервуаров, наполненных криогенными продуктами, показывает, что частицы отвержденных газов являются главной составляющей твердых примесей, если продукт охлаждается в резервуаре ниже температуры насыщения.

Четвертая причина загрязнений, характерная для криогенных систем, обусловлена конденсацией малолетучих компонентов воздуха и других технологических газов при контакте их с криогенными продуктами. Загрязнение криогенных продуктов посторонними газами происходит при первоначальном заполнении резервуаров и в значительной мере зависит от эксплуатации криогенных систем.

В [11, с. 174] проведено экспериментальное исследование дисперсного состава азота в жидком водороде. По результатам опытов средний размер кристаллов оказался равным $1{,}3\ мкм$ при большом количестве более мелких частиц. По общепринятой классификации такая дисперсная среда относится к суспензиям (отношение объема дисперсной фазы к общему объему дисперсии много меньше 1), а по твердой фазе – к дисперсоидам.

Существуют два основных классических подхода для описания гидромеханических процессов не только в криогенных суспензиях, но и вообще для всех дисперсных сред и многостадийных производственных процессов [12, с. 53].

Первый подход заключается в совместном использовании уравнений движения сплошной фазы и движения дисперсной составляющей [13, с.30]. Уравнения движения сплошной среды представляются уравнениями неразрывности

$$div\vec{V} = 0$$

и собственно уравнениями движения

$$\rho\left(\frac{D\vec{V}}{Dt}\right) = -grad\left(p + \rho gZ\right) + \mu\Delta\vec{V}$$

где $$\frac{D\vec{V}}{Dt} = \frac{\partial\vec{V}}{\partial t} + grad\left(\frac{V^2}{2}\right) + \left(rot\vec{V}\right)\times\vec{V};\ \Delta\vec{V} = rotrot\ \vec{V};$$

$\vec{V}$ - вектор скорости сплошной среды; ρ - плотность среды, p - гидростатическое давление; μ - динамическая вязкость; g - ускорение свободного падения; Z - высота точки объема суспензии над горизонтальной поверхностью отсчета.

Уравнение движения частицы таково

$$m\frac{d^2x_{Gi}}{dt^2} = -mg\frac{\partial Z_G}{\partial x_i} + \iint\limits_S \sigma_{ij}n_j d\sigma,$$

где S - поверхность частицы, а $\sigma_{ij}n_j$ - сумма трех членов, получаемых путем последовательного присвоения индексу j значений 1, 2, 3 - $\sigma_{i1}n_1+\sigma_{i2}n_2+\sigma_{i3}n_3$, где n_1, n_2, n_3 направляющие косинусы нормали $\vec{n}$ к поверхности частицы $d\sigma$. Положение твердой частицы массой m в момент времени t характеризуется координатами x_{G_i} ее центра инерции G и тремя углами, определяющими ориентацию частицы относительно системы координат. Вес частицы, направленный по вертикали вниз, приложен в центре инерции частицы G, расположенном в точке с координатой Z_G.

Применяя теорему о сохранении момента количества движения, получают уравнения Эйлера

$$L_1 = A_1\frac{dp_1}{dt}+p_1p_3(A_3-A_2),$$

$$L_1 = A_2\frac{dp_2}{dt}+p_3p_1(A_1-A_3),$$

$$L_1 = A_3\frac{dp_3}{dt}+p_1p_2(A_2-A_1),$$

в которых A_1, A_2, A_3 - главные моменты инерции частицы; p_1, p_2, p_3 - проекции мгновенной угловой скорости на главные оси эллипсоида инерции частиц и L_1, L_2, L_3 - моменты внешних сил относительно главных осей эллипсоида инерции частицы.

Предполагается, что область, занимаемая движущейся суспензией, ограничена твердыми поверхностями, неподвижными или совершающими движение по известному закону, и общее количество частиц суспензии равно N. Тогда для решения задачи имеется $4+6N$ уравнений с $4+6N$ неизвестными.

Эти неизвестные должны удовлетворять следующим граничным условиям: 1) на твердых поверхностях, ограничивающих область, занятую суспензией, скорость жидкости относительно границы равна нулю во всех точках и 2) в любой точке M на поверхности частицы скорость жидкости равна скорости этой точки частицы. К этим условиям добавляются условия соударения частиц друг с другом, а также частиц с твердыми границами. Для полной определенности необходимо задавать еще поле скоростей жидкости, а также положения и скорости N частиц в начальный момент времени.

Полная система уравнений такова

$$\frac{\partial p_1}{\partial t}+\nabla^k\rho_1{v_1}^k=-nj;$$

$$\frac{\partial p_2}{\partial t}+\nabla^k\rho_2{v_2}^k=nj,\quad \frac{\partial n}{\partial t}+\nabla^k n{v_2}^k=0;$$

$$(\rho_1=\rho_1^{\circ}\alpha_1,\ \rho_2=\rho_2^{\circ}\alpha_2,\ \alpha_1+\alpha_2=1,\ \alpha_2=4/3\pi a^3n);$$

$$\frac{d_2a}{dt}=w_{1a}+\frac{j}{4\pi a^2\rho_{1a}^{\circ}}=w_{2a}+\frac{j}{4\pi a^2\rho_{2a}^{\circ}},\ v_{21}=v_2-v_1;$$

$$\left(1-\varphi^{1E}\right)a\frac{d_2w_{1a}}{dt}=\frac{p_2-p_1-2\sum/a}{\rho_1^{\circ}}-\frac{4\mu_1w_{1a}}{a\rho_1^{\circ}}-\left(1-\varphi^{2E}\right)\frac{3{w_{1a}}^2}{2}+\left(1-\varphi^{3E}\right)\frac{v_{21}^2}{4};$$

$$\left(\varphi^{(1E)}\approx\frac{1.1\alpha_2^{1/3}-\alpha_2}{\alpha_1},\varphi^{(2E)}\approx\frac{1.47\alpha_2^{1/3}-0.33\alpha_2}{\alpha_1},\varphi^{(3E)}\approx-\frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right);$$

$$\rho_1 \frac{d_1 v_1}{dt} = -\alpha_1 \nabla p_{1*} + \alpha_1 \nabla^k \tau_{1*}^k - \alpha_1 njf_* - \alpha_1 nj(v_2 - v_1) + \rho_1 g_1;$$

$$\rho_2 \frac{d_2 v_2}{dt} = -\alpha_2 \nabla p_{1*} + \alpha_2 \nabla^k \tau_{1*}^k - \alpha_1 njf_* - \alpha_2 nj(v_2 - v_1) + \rho_2 g_2;$$

$$p_{1*} = \alpha_1 p_1 + \alpha_2 (p_2 - 2\Sigma / a) + \rho_1^\circ \alpha_2 (w_{1a}^2 + 1/6 v_{21}^2);$$

$$\tau_{1*}^{kl} = -1/2 \rho_1^\circ \alpha_2 \left[v_{21}^k v_{21}^l - 1/3 (v_{21})^2 \delta^{kl} \right] + \tau_\mu^{kl}, \quad \tau_\mu^{kl} = 2\mu \left(e^{kl} - 1/3 e^{mn} \delta^{kl} \right);$$

$$\rho_1 \frac{d_1 k_{1v}}{dt} = -n(\alpha_1 f_m + f_\mu) \cdot v_{21} - \frac{3\rho_1^\circ \alpha_2 w_{1a} v_{21}^2}{4a} - \rho_1 A_{1v} - nj \left(\frac{v_{21}^2}{2} - k_{1v} \right);$$

$$\rho_1 \frac{d_1 u_1}{dt} - \frac{\alpha_1 p_1}{\rho_1^\circ} \frac{d_1 \rho_1^\circ}{dt} = -\nabla q_{1*} - n q_{1\Sigma} - nj(u_{1a} - u_1) + \tau_\mu^{kl} e^{kl} + \rho_1 A_{1v} + \rho_1 A_{1r};$$

$$\rho_2 \frac{d_2 u_2}{dt} - \frac{\alpha_2 p_2}{\rho_2^\circ} \frac{d_2 \rho_2^\circ}{dt} = -n q_{2\Sigma} - nj(u_{2a} - u_2);$$

$$4\pi a^2 \left[\frac{d_2 U_\Sigma}{dt} - \frac{2(\Sigma - U_\Sigma)}{a} \frac{d_2 a}{dt} \right] = q_{1\Sigma} + q_{2\Sigma} + j \left(i_{1a} - i_{2a} + \frac{4\mu_1 w_{1a}}{a \rho_1^\circ} \right);$$

$$p_i = p_i(\rho_i^\circ, T_i), \quad u_i = u_i(\rho_i^\circ, T_i), \quad (i = 1,2);$$

$$U_\Sigma = \Sigma(T_\Sigma) - T_\Sigma \frac{d\Sigma}{dT_\Sigma}.$$

Данная задача фактически сводилась к определению тензоров напряжений σ_{i*} или σ_i в фазах, потоков энергий c_i, q_i, Λ_i, интенсивностей межфазного взаимодействия j, f, $q_{i\Sigma}$, $h_{i\Sigma}$, работы внутренних сил в фазах A_i через макроскопические величины. Эти допущения позволяли описывать дискретную смесь как совокупность двух (или, в общем случае $a_1, a_2, \ldots, a_m$) фаз. В каждой точке объема, занятого смесью, были введены макроскопические скорости фаз v_i, давления p_i, объемные содержания фаз α_i, приведенные плотности ρ_i и другие осредненные параметры, причем

$$\rho = \rho_1 + \rho_2, \quad \rho_i = \rho_i^\circ \alpha_i, \quad (i = 1,2);$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 1, \quad \alpha_i \geq 0, \quad \alpha_2 = 4/3\pi a^3 n.$$

Здесь ρ - плотность смеси, ρ_i° - истинная плотность вещества $i-$ой фазы (составляющей), n - число взвешенных частиц в единице объема взвеси, по верхним повторяющимся индексам k, относящимся к координатным осям, производится суммирование, величины j, f, $h_{i\Sigma}$, $q_{i\Sigma}$ определяют соответственно интенсивность фазовых переходов, силу на частицу со стороны несущейся жидкости, работу межфазных сил, межфазный теплообмен и поверхностную энергию, отнесенные к одной частице. Величины $v_{(12)}^l \approx v_{(12)1}^l \approx v_{(12)2}^l$, $u_{(12)i}$, $k_{(12)i}$ - определяют импульс, внутреннюю и пульсационную энергию массы $i-$ой фазы, претерпевающей фазовый переход. Величина ψ характеризует изменение числа дисперсных частиц за счет дробления, слипания и образования новых

частиц, σ_i*^{kl}, c_i*^{k} и q_i*^{k} - соответственно приведенные тензоры поверхностных сил, вектор потока работы этих сил и вектор потока тепла в $i-ой$ фазе, $\rho_i A_i$ - мощность работы внутренних сил $i-ой$ фазы, g_i^{k} - интенсивность внешних массовых сил, которые приняты однородными $(H_i = 0)$, U_Σ - поверхностная энергия, приходящаяся на единицу межфазной поверхности, коэффициент поверхностного натяжения Σ зависит от температуры T_Σ и материала обеих фаз, u_i, s_i - внутренняя энергия и энтропия фаз, p_{ia} - среднее давление несущей жидкости по поверхности дисперсной частицы, $k_1 = k_{1r} + k_{1v}$ - кинетическая энергия мелкомасштабного движения, k_{1r} - кинетическая энергия радиального мелкомасштабного движения, k_{1v} - кинетическая энергия мелкомасштабного движения несущей фазы.

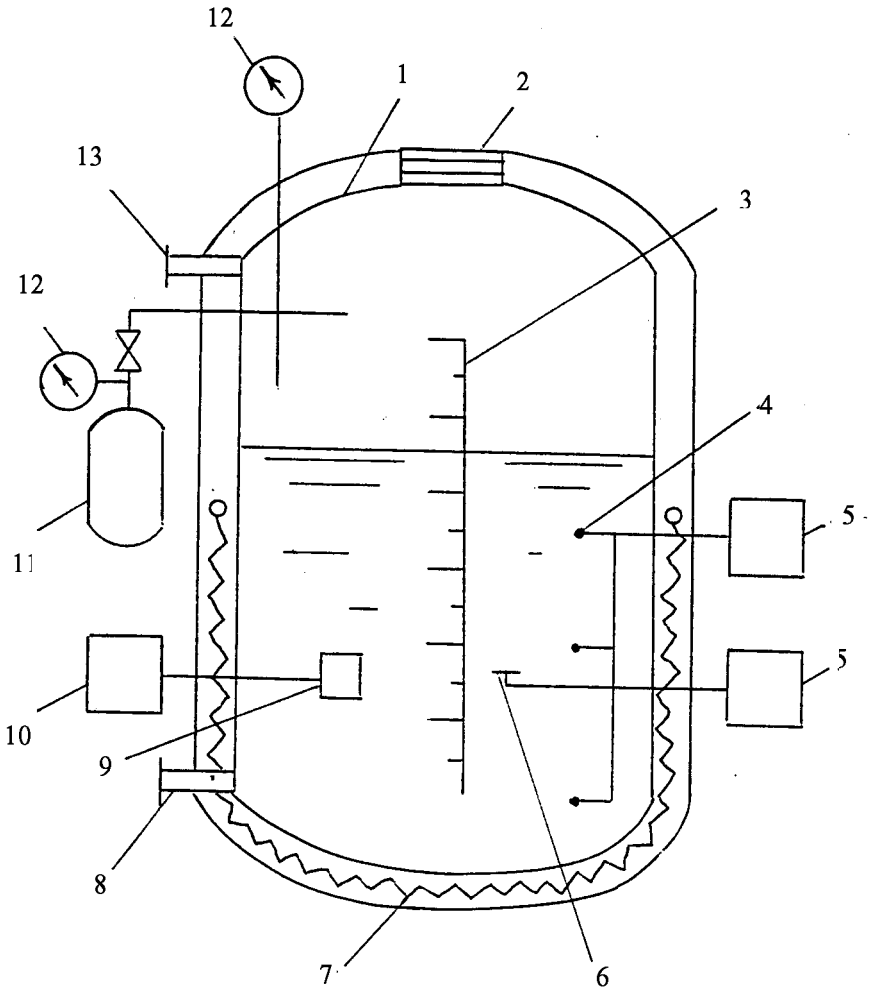


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1-криогенный резервуар; 2-смотровое окно; 3-шкала уровня жидкости; 4- датчик температуры; 5-самопишущий прибор КСП-6; 6-датчик толщины слоя осадка; 7-электронагреватель; 8-заправочный патрубок; 9-пробоотборник; 10-хромотограф ХТМ-73; 11-дозирующее устройство; 12-манометр; 13-дренажный патрубок.

Для построения диффузионных кинетических моделей, описывающих осаждение малоконцентрированной взвеси, требуется информация о параметрах и функции распределения микропримесей в резервуарах после испарительного охлаждения. Исследование гранулометрических свойств кристал-

лического азота, который образуется при испарительном охлаждении жидкого водорода, насыщенного растворенным азотом, в условиях тепловой конвекции различной интенсивности описано в на примере эксплуатации вертикального цилиндрического резервуара, оснащенного экранно-вакуумной изоляцией. С помощью дозирующего устройства вводили газообразный азот и выдерживали систему при температуре $28\ K$ под давлением $0{,}7\ МПа$ в течение двух часов, наблюдая через смотровое окно последовательно протекающие процессы образования тумана, осаждения и растворения кристаллов азота в жидком водороде. Открывая вентиль на дренажном трубопроводе, понижали давление в резервуаре до $0{,}12\ МПа$. За счет интенсивного испарения температура раствора быстро понижалась до $22\ K$. Проводя наддув парового пространства газообразным водородом, повышали давление до $0{,}4\ МПа$, которое в дальнейшем поддерживали постоянным до конца опыта. В результате снижения температуры в объеме раствора образовывались кристаллы азота, что приводило к заметному помутнению жидкости. Последующее осаждение кристаллического азота сопровождалось постепенным осветлением раствора. Кинетику этого процесса контролировали по изменению суммарной концентрации азота (растворенного и кристаллического) в пробах суспензии, непрерывно отбираемых с глубины. Газификацию суспензии осуществляли непосредственно в зоне отбора, благодаря чему устранялась возможность осаждения частиц азота в трубопроводе, ведущем к хромотографу.

По экспериментальным данным была определена функция распределения общей массы и числа кристаллов по размерам:

$$f_N(l) = \frac{dN}{Ndl} = \frac{l^{-3} f_M(l)}{\int_0^\infty l^{-3} f_M(l) dl},$$

где $f_M(l) = \frac{dM_k}{M_k dl}$, M_k масса твердой фазы в резервуаре, функции $f_N(l)$ аппроксимировали экспоненциальной зависимостью $f_N(l) = \frac{1}{\bar{l}} \exp(-l/\bar{l})$ и нашли средний размер кристаллов $\bar{l} = \int_0^\infty l f_N(l) dl$, который по результатам опытов оказался равным $1{,}3\ мкм$.

Погрешность определения дисперсного состава кристаллов включает в себя ошибку измерения толщины осадка, которая по данным находится в пределах $4\ \%$. Для основной массы кристаллов выдерживалось условие $\mathrm{Re} < 1$, допускающее применение формулы Стокса при седиментометрическом анализе. Коэффициент диффузии был вычислен при условиях, близких к экспериментальным:

$$D_k = 1{,}33 \cdot 10^{-5}\ м^2/с.$$

Аналогичный эксперимент был проведен и для горизонтального цилиндрического и сферического резервуаров, за исключением оснащения их датчиком осадка. Установка включала основной резервуар $РС-1400/1$ (сфера емкостью $1400\ м^3$); вспомогательный резервуар $РЦГВ-225/1$ (горизонтальный цилиндр емкостью $225\ м^3$); охладитель $ОК-200/50$ (теплообменник с поверхностью теплопередачи $200\ м^2$ емкостью $50\ м^3$); струйный насос и дроссель. Одновременно с циркуляционным охлаждением жидкости во вспомогательном резервуаре за счет конденсации газа наддува, поскольку для обеспечения требуемого коэффициента инжекции в этом резервуаре поддерживается давление газа, равное $1000\ кПа$, что намного превышает давление насыщенного пара при температуре находящейся там жидкости. По указанной причине жидкость в резервуаре $РЦГВ-225/1$ периодически охлаждают путем плавного снижения давления сбросом пара в атмосферу через дренажный трубопровод. Так как жидкий водород, используемый для дозаправки резервуара, содержит

растворенные примеси основных компонентов воздуха – азота и кислорода, а отводимый пар представляет собой практически чистый водород, при длительной эксплуатации установки концентрация растворенных примесей в жидкости постепенно повышается. После достижения предела растворимости при охлаждении жидкости часть примесей кристаллизуется и оседает на стенки резервуара. Информацию о кинетике этого процесса получали измерениями давления паровой фазы, температуры жидкости и суммарной концентрации азота (растворенного и кристаллического) в пробах, отбираемых из объема взвеси [14, с. 82]

Учитывая преимущества использования диффузионной модели, сформулируем основные допущения ее применения к задачам осаждения криогенных взвесей в резервуарах сложной геометрии (частично заполненный горизонтальный цилиндр и сфера) [14, с. 83].

1. Взвесь является малоконцентрированной, т.е. взаимное гидродинамическое влияние частиц друг на друга не существенно.

2. Взвесь является существенно полидисперсной, с известной функцией распределения частиц по размерам.

3. В объеме резервуаров, за исключением слоев, близких к поверхности осаждения, гидродинамическая обстановка описывается «эффективным» коэффициентом перемешивания.

4. На поверхности осаждения используются представления Седунова, развитые в работе.

5. Частицы взвеси являются стоксовскими.

6. Динамика накопления осадка не влияет на геометрические параметры решаемой задачи.

Для повышения адекватности диффузионной модели с целью ее применения для криогенных систем необходимо:

1. Произвести анализ кинетики осаждения малоконцентрированной монодисперсной взвеси в более простой области, например, в полуполосе с целью оценки влияния неоднородности конвективного перемешивания на процесс седиментации.

2. Оценить влияние переменного коэффициента конвективного перемешивания на малоконцентрированную полидисперсную взвесь, седиментирующую в полуполосе, путем суперпозиции аналогичных задач, рассмотренных для монодисперсной взвеси [14, с. 84].

3. На основе полученных результатов и имеющихся экспериментальных данных построить модель осаждения малоконцентрированной полидисперсной взвеси в горизонтальном цилиндрическом резервуаре в условиях конвективного перемешивания с использованием сформулированного обобщенного условия на границе взвесь-осадок с целью определения относительной массовой концентрации частиц, кинетики их осаждения и определения толщины осадка на смачиваемой поверхности.

4. Решение поставленной задачи с использованием численных методов и доказательство адекватности полученного алгоритма решения.

5. Разработка математической модели процесса осаждения малоконцентрированной полидисперсной взвеси в условиях конвективного перемешивания с использованием обобщенного краевого условия на границе взвесь-осадок в сферическом резервуаре [14, с. 85].

6. Разработка алгоритма, на базе которого поставленная задача решается численно. Определение относительной массовой концентрации дисперсной фазы, толщины образующегося осадка и описание кинетики осаждения [14, с. 86].

7. Оценка полученных результатов и разработка методики расчета потоков примесей при выполнении технологических операций в горизонтальном цилиндрическом и сферическом резервуарах, которая будет являться основой для модификации имеющихся компьютерных программ контроля накопления примесей в промышленных резервуарах, учитывая их геометрию.

При разработке комплекса программ и проведении экспериментов, в научно-исследовательский процесс активно вовлекались самые способные студенты и старшеклассники [15, с. 88]. Исследовательские и проектные работы учеников важны при рассмотрении научных проблем как для самих обучающихся, так и для их руководителя. Особенностью таких работ является то, что получаемые результаты зачастую дают непрогнозируемый результат [16, с. 75]. И это является помощью преподавателю в постановке новых задач и получению интересных экспериментальных данных [17, с. 129]. Кураторство

научно-исследовательской работы старшеклассников, студентов, соискателей и аспирантов является важнейшей составной частью работы ученого и исследователя, ведь самое главное – это продолжение традиций научной школы.

Список литературы

1. Ковалева Е.Н. Решение нестационарной задачи диффузионно-конвективного класса // Обозрение прикладной и промышленной математики. -2008. Т. 15. -№ 2.- С. 313.
2. Ковалева Е.Н., Никифорова О.Ю. Математическая модель измерения содержания примесей в гидравлических системах // Материалы LI отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2012 г. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2012. - С. 117.
3. Ковалева Е.Н. Диффузионные процессы при кристаллизации воды // Материалы L отчетной научной конференции за 2011 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2012. - С. 127.
4. Ковалева Е.Н., Соболева Е.А. Применение конечно-разностных схем в задачах очистки воды // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2016. - С. 121.
5. Ковалева Е.Н., Никифорова О.Ю. Решение уравнения в частных производных второго порядка специального вида // Материалы LII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2013 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2014. - С. 98-99.
6. Ковалева Е.Н., Соболева Е.А. Математическая модель концентрации примеси у межфазной границы // Материалы LII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2013 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2014. - С. 100-101.
7. Ryazhskich V.I., Kovaleva E.N. Mathematical modelling of mixture transport process in tanks // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. -2007. -№ 12. -С. 49-54.
8. Ряжских В.И., Ковалева Е.Н. Диффузионная очистка среды на охлаждаемой межфазной границе // Материалы XLIX отчетной научной конференции за 2010 год в 3-х частях. Воронежская государственная технологическая академия. - Воронеж, -2011. - С. 180.
9. Ковалева Е.Н. О решении одного интегрального уравнения в обратной задаче математической физики // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2016. - С. 119.
10. Ковалева Е.Н. Использование оператора типа Вольтера для одной сингулярной обратной задачи // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2013 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2014. - С. 97.
11. Ковалева Е.Н. Решение сингулярной задачи, описывающей процесс диффузии в замкнутом объеме // Материалы XLIX отчетной научной конференции за 2009 год в 3-х частях. Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО Воронежская государственная технологическая академия. - Воронеж, - 2010. - С. 174-175.
12. Никулин Д.А., Сафонова Ю.А. Задача управления качеством многостадийных производственных процессов // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации. Сборник научных трудов Международной студенческой научно-практической конференции. Ответственный редактор И.В. Поцебнева. -2017. -С. 50-55.
13. Авсеева О.В., Сафонова Ю.А. Решение задачи оценки качества операций многошаговых

процессов //Экономика. Инновации. Управление качеством. -2015. -№ 4 (13). -С. 29-33.

14. Ковалева Е.Н. Математическая модель управления качеством технологического процесса очистки резервуаров // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 81-86.

15. Репин П.С., Ковалева Е.Н., Матвиенко Н.А. Методологические основы предпрофильного образования на факультете довузовской подготовки // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. - 2016. -№ 2 (10). - С. 87-94.

16. Ковалева Е.Н. Методы повышения качества обучения математике и адаптация студентов к условиям обучения в вузе как способ формирования компетенций // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. - 2017. -Т. 15. № 2. - С. 72-77.

17. Репин П.С., Ковалева Е.Н., Матвиенко Н.А. Практико-педагогические приемы подготовки абитуриентов на факультете довузовской подготовки // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета инженерных технологий, - 2016. - С. 129-130.

© Е.Н. Ковалева, 2017

УДК 621.313

ГЛАВА 7. ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

ВОЛКОВ ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ

канд. техн. наук, доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии»,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы исследования электромагнитных систем аппаратов нового типа — электромагнитных механоактиваторов с использованием современных программных комплексов. Представлены наиболее перспективные программные продукты и выполнен их обзор относительно возможности моделирования сложного процесса образования магнитоожиженного слоя из ферромагнитных элементов. Представлены результаты исследования электромагнитного механоактиватора дискового исполнения, выполненных по авторской методике в рамках ведущей научной школы Санкт-Петербурга «Эффективное исследование энергии, интенсификация электротехнологических процессов».
Ключевые слова: Программный комплекс, электромагнитная механоактивация, дисковый электромагнитный механоактиватор.

APPLIED RESEARCH ELECTROMAGNETIC MECHANOACTIVATION USING ANSYS SOFTWARE

Volkov Vladimir Sergeevich

Abstract: the article discusses the studies of electromagnetic systems of units of a new type — electromagnetic mechanoactivation. Presents the most promising software products and their review on the question of modeling the complex process of formation of magnetic liquefied layer of ferromagnetic elements. Presents results of a study of electromagnetic mechanoactivation disk performance, made by the methodology in the framework of leading scientific schools of St. Petersburg «Effective study of energy, intensification of electrotechnological processes».
Keywords: Software, electromagnetic activation, disk electromagnetic mechanoactivation.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на предприятиях АПК внедряются современные электротехнологические методы и способы производственных процессов, обспечивающих качественный переход к энергоэффективным аппаратурно-технологическим системам переработки сырья в готовую продукцию [1, 2, 3]. Довольно большой спектр инженерных и исследовательских задач при проектировании новых электротехнологических аппаратов решается с помощью метода конечных элементов. Метод конечных элементов не один десяток лет известен в математике. Это способ численного решения задач, которые

описываются дифференциальными уравнениями второго порядка в частных производных. В конечно-элементных пакетах прикладных программ (ППП) расчеты магнитных систем доведены до совершенства. К ним относятся такие программы, как ANSYS Multiphysics, Maxwell, COMSOL Multiphysics, ELCUT, Elmer и Code Aster (Salome) [4].

Актуальным является использование этих программ при проектировании механоактиваторов нового поколения, в которых для всемерной интенсификации процессов используются электромагнитные поля [5]. Наиболее эффективными являются механоактиваторы с магнитоожиженным слоем ферроча-стиц [6]. Как показала практика, электромагнитные механоактиваторы (ЭММА) [7] позволяют получить продукт высокого качества с минимальными затратами энергии в строительной [8], пищевой [9], кормовой [10] и др. отраслях промышленности.

7.1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Весь расчет с помощью программ ANSYS Multiphysics, Maxwell, COMSOL Multiphysics, ELCUT, Elmer и Code Aster (Salome) проводится обычно в интерактивном режиме. При этом не нужно писать сложные векторные уравнения теории поля. Такой расчет вполне доступен студентам и инженерам со знаниями среднего уровня. Программа сама разбивает моделируемое пространство на конечные элементы (треугольники, прямоугольники, тетраэдры, параллелепипеды и пр.). Необходимо только построить модель, ввести свойства материалов и граничные условия, запустить расчет и вывести его результаты в числовом и графическом виде. Весь процесс анализа весьма нагляден, как правило, он сопровождается графическими построениями на экране компьютера.

Все конечно-элементные программы можно разбить на две группы: программы, специально предназначенные для расчета магнитных полей, и программы общего назначения, в которых метод конечных элементов используется для решения многих научно-технических задач. Программы первой группы (ELCUT) легки в освоении, но, как правило, предназначены для расчета только двумерных полей, что сильно сужает круг задач, которые стоят перед ними. Программы второй группы (ANSYS Multiphysics, Maxwell, COMSOL Multiphysics) обладают гораздо большими возможностями. Освоить их сложнее, стоимость их тоже существенно выше.

Стоит отметить также свободное программное обеспечение. Здесь существует большое количество узкоспециализированных программ, и еще большее количество свободных библиотек. Но это скорее интересно для программистов. Кроме того, так исторически сложилось, что имеется большое количество свободных решателей для конечно-элементных расчетов. Некоторые из них включены в состав COMSOL, ANSYS и CFD-ACE. А вот комплексных пакетов, включающих препроцессор для построения геометрии и сетки, решатели и постпроцессор для вывода результатов, не так уж и много.

ANSYS Multiphysics – наиболее полная комплектация расчетного комплекса ANSYS, включающая в себя все существующие физические дисциплины: расчет напряженно-деформированного состояния конструкции, теплообмен, гидрогазодинамику, электромагнетизм и т.д. Комплекс содержит специальные многодисциплинарные элементы, которые позволяют напрямую решать связанные задачи.

Одним из элементов, входящих в ANSYS Multiphysics является **ANSYS Emag**. Этот пакет ориентирован на решение задач низкочастотных электромагнитных приложений, электродвигателей, реле и соленоидов. Обеспечивает всесторонний анализ различных электромагнитных явлений на всех этапах проектирования.

Основные недостатки: высокая стоимость, сложность в освоении. Но эти стороны компенсируются наличием учебных материалов на русском языке, широкими возможностями использования, а также большая точность расчетов.

Пакет **COMSOL Multiphysics** позволяет моделировать практически все физические процессы, которые описываются частными дифференциальными уравнениями. Программа содержит различные решатели, которые помогут справиться даже с самыми сложными задачами, а простая структура приложения обеспечивает простоту и гибкость использования. Пакет COMSOL Multiphysics, обладает по-

чти такими же возможностями, как и пакет ANSYS, кроме этого, по сути, является инструментом пакета MATLAB и работает под его управлением, т.е. все возможности программирования, доступные в MATLAB, могут быть использованы и в COMSOL Multiphysics, например, при обработке результатов расчета. COMSOL Multiphysics обеспечивает возможность экспорта конечно - элементной модели в Simulink пакета MATLAB. Это позволяет моделировать работу объекта управления совместно с преобразователями электрической энергии, системами управления; исследовать частотные характеристики и устойчивость электротехнического комплекса. Но на практике трудности освоения интерфейса программы, накладываясь на ошибки создания моделей, делают процесс расчета недостаточно эффективным. Основные недостатки: высокая стоимость, отсутствие литературы на русском языке, труден в освоении.

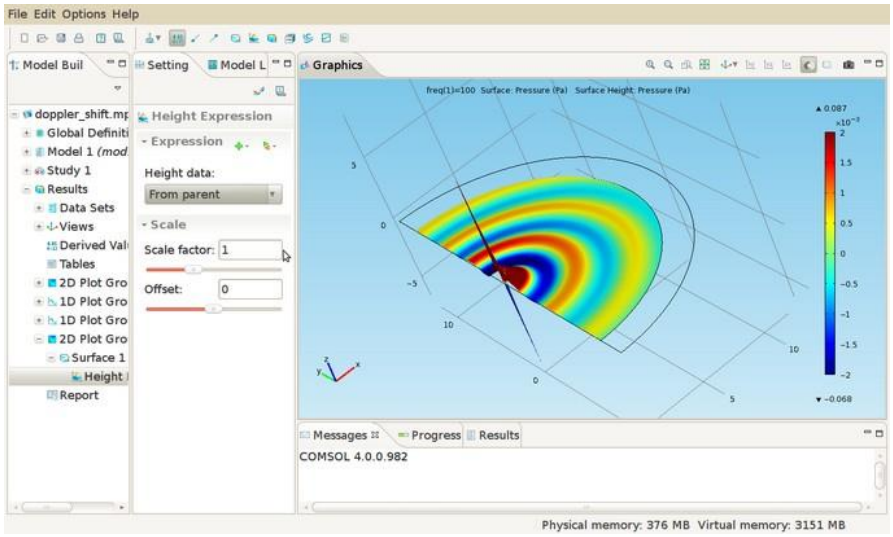


Рис. 1. Интерфейс COMSOL Multiphysics

ELCUT — это комплекс программ для инженерного моделирования электромагнитных, тепловых и механических задач методом конечных элементов. Основные плюсы данного программного комплекса: дружественный пользовательский интерфейс, простота описания моделей, широкие аналитические возможности комплекса и высокая степень автоматизации всех операций. ELCUT это полноценное Windows приложение, которое было разработано специально для этой платформы. Недостатки: двумерная геометрическая модель, а также отсутствует возможность одновременного решения полевых задач (например, электромагнитной и тепловой).

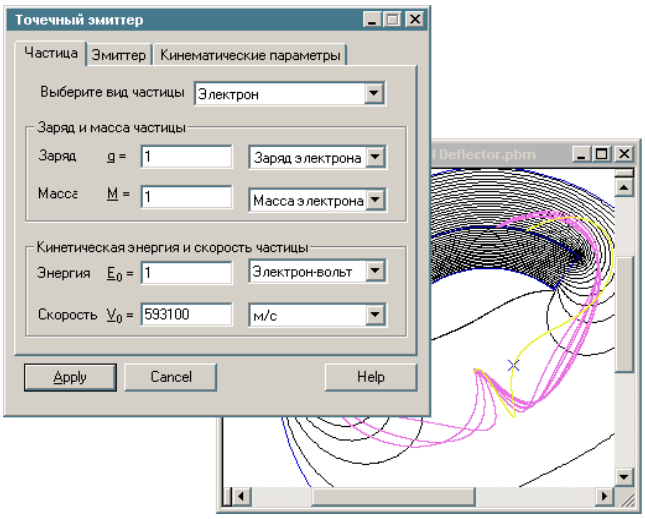


Рис. 2. Интерфейс ELCUT

Таблица 1

Сравнительная характеристика пакетов прикладных программ

Возможности пакета	**ANSYS Multiphys-ics**	**Maxwell**	**COMSOL Multiphys-ics**	**ELCUT**	**Elmer**	**Code Aster, Salome**
Вид анализа						
Электромагнитный	+	+	+	+	+	+
Тепловой	+	+ (экспорт в ePhysics)	+	+	+	+
Гидрогазодинамический	+	-	+	-	+	+
Механический	+	+ (экспорт в ePhysics)	+	+	+	+
Совмещенный	+	-	+	последова-тельный	последова-тельный	+
Тип расчета						
Статический	+	+	+	+	+	+
Динамический	+	+	+	для тепло-вых задач	+	+
Геометрическая модель						
Двухмерная	+	+	+	+	+	+
Осесимметричная	+		+	+	+	+
Трехмерная	+	+	+	-	+	+
Выбор типа конечного элемента	+	+	-	-	+	+
Возможность моделиро-вания внешних электри-ческих цепей	+	+ (экспорт в Simplorer)	+ (экспорт в Simulink)	-	-	-
Дополнительно						
Русификация	-	-	-	+	-	-
Стоимость	от 200 тыс. руб.		от 100 тыс. руб.	от 50 тыс руб.	б/п	б/п
Особенности	Высокая стоимость, труден в освоении, учебные материалы на русском языке, ши-рокие воз-можности использо-вания, большая точность расчетов.	Высокая стоимость, прост в освоении, удобен в использо-вании.	Высокая стоимость, отсутствие литературы на русском языке, тру-ден в осво-ении, хоро-шая точ-ность рас-четов.	Доступная справочная система, большое количество учебного материала, ограничен-ность ре-шения за-дач, дву-мерная геометри-ческая мо-дель.	Отсутствие учебных материалов на русском языке, сложно в освоении, отсутствие техпод-держки.	Отсутствие учебных материалов на русском языке, сложно в освоении, отсутствие техпод-держки.

Maxwell — специализированный программный комплекс для моделирования электромагнитных полей. Ключевые возможности: моделирование низкочастотных двумерных и трехмерных электромагнитных полей методом конечных элементов; переходный нелинейный анализ (при движении (вращение, поступательное движение, вращение по произвольной траектории) компонентов; стыковка с внешней электрической схемой; анализ размагничивания постоянного магнита; вычисление магнитных потерь); гармонический электромагнитный анализ: анализ вихревых токов с учётом скин-эффекта.

Комбинация Maxwell с программным комплексом Simplorer позволяет рассчитывать мощные высокоуровневые электромеханические системы. Подобные технологии позволяют выполнить комплексный расчет систем, состоящих из цифровых и аналоговых цепей, датчиков, электромагнитных устройств, механических, гидравлических и других типов нагрузок, и в конечном счете создавать наиболее полную электромеханическую модель конечного продукта.

Также Maxwell позволяет передавать данные в модуль ePhysics для выполнения теплового и прочностного анализов. Основные недостатки: высокая стоимость.

У существующих коммерческих программ, есть два главных недостатка: во-первых, высокая стоимость и строгие ограничения лицензии, во-вторых, закрытый исходный код. В следствии этого необходимо рассмотреть также свободное программное обеспечение. Сразу стоит отметить, что главным недостатком этого типа программ является отсутствие оперативной технической поддержки.

Elmer — проект, рассчитанный на решение задач из разных областей физики: теплопроводности, гидродинамики, механики твёрдого тела, акустики, электромагнетизма, квантовой механики; задачи описываются в виде легко читаемых текстовых файлов, есть неплохой графический интерфейс, поддерживает распараллеливание по MPI, лицензия GPL. Недостатки: отсутствие учебных материалов на русском языке, сложно в освоении.

Code_Aster — 1-2-3D, очень большой (миллион строк кода, более 360 разных конечных элементов) пакет для расчётов задач механики сплошных сред, термо- и гидродинамики, акустики и магнетизма и других, заметна ориентация проекта на инженерные приложения, поддерживается язык программирования Python, лицензия GPL, документация преимущественно на французском языке. Однако сложность интерфейса, большое число параметров настройки и полное отсутствие русифицированных руководств затрудняют его практическое применение.

В настоящее время на кафедре «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ИТС-СиЭ проектирование электромагнитных механоактиваторов (ЭММА) [11, 12, 13] осуществляется в программной среде ANSYS [14, 15, 16]. Апробированные методики расчета и проектирования, моделирования и анализа электромагнитных полей в ЭММА внедрены в учебный процесс программы магистратуры «Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем» [17, 18].

7.2 АНАЛИЗ ТРЕХМЕРНОГО СТАЦИОНАРНОГО ПОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ ПРОГРАММЫ ANSYS

Согласно проведенным теоретическим и экспериментальным исследованиям при формировании структуры магнитоожиженого слоя из ферромагниных элементов в рабочем объеме электромагнитного механоактиватора, необходимым условием, обеспечивающим качество обработки продукции, является равномерность распределения магнитной индукции во всем объеме обработка продукта. От качества промагничивания рабочего объема зависит силовое взаимодействие между размольными органами, воздействующими на обрабатываемый продукт. Поиск оптимальных конструктивных решений типовых рядов ЭДМА проводился с использованием метода конечных элементов в среде программного комплекса ANSYS.

Расчет произведен методом скалярных магнитных потенциалов с использованием специально предназначенных для этого метода 8-узловых конечных элементов SOLID 96 , согласно методике [16].

Результатами исследования являются градиентная и векторная картины электромагнитного поля, позволяющие наглядно представить его параметры с помощью цветовых градиентов путем анализа

их интенсивности и направлений векторов магнитной индукции, а также анализа кривых изменения суммарной магнитной индукции по ширине, глубине и высоте рабочего объема устройства.

На рисунке 3 представлена трехмерная модель электромагнитной системы ЭДМА с обмотками возбуждения, разбитая с помощью сетки конечных элементов на узлы. В процессе поиска оптимального конструктивного решения были проведены серии расчетов с различными параметрами конструктивного и электротехнического исполнения.

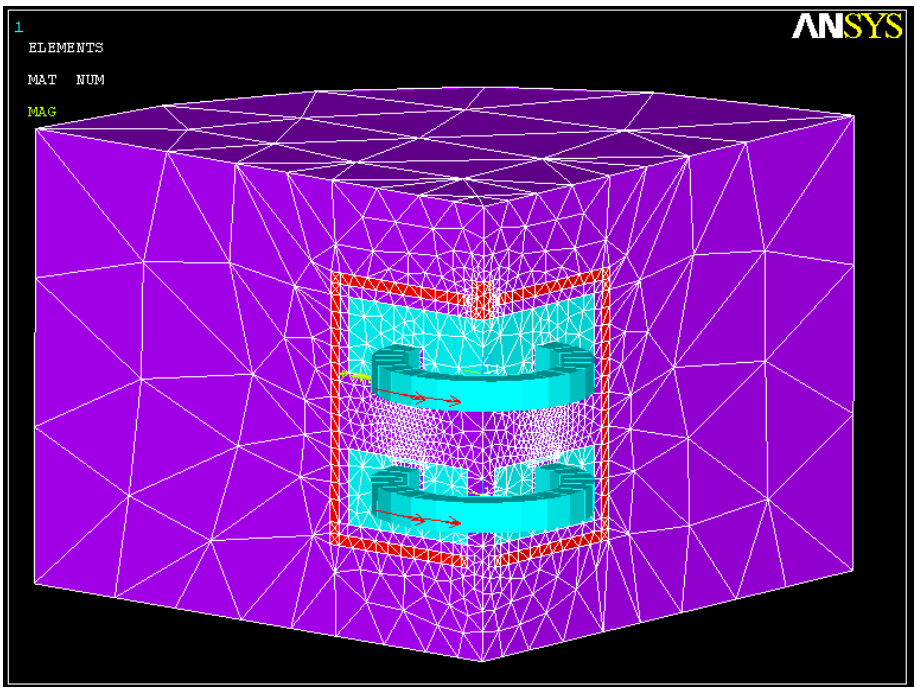


Рис. 3. Конечно-элементная модель ЭДМА

Обмотки возбуждения в модели подключены согласно, последовательно, что позволяет рассчитывать их как ансамбль.

При поиске оптимальных параметров работы ЭДМА задавались значениями тока управления, число витков ОУ принято 1000.Растояние между дисками составляло от 12 до 20 мм. Величина тока управления I_y в ОУ варьировалась от 0,1до 0,7 А. Результаты исследований представлены на рисунках:

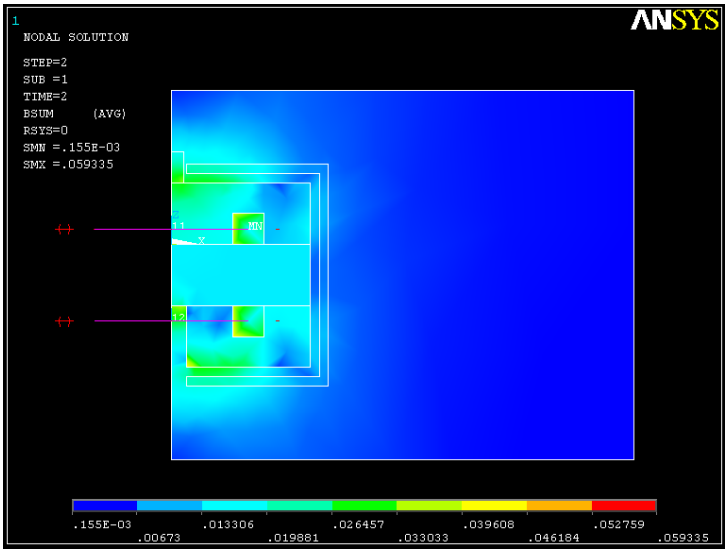


Рис. 4. Градиентная картина электромагнитного поля исследуемой модели ЭДМА при: I_y= 0,1 А.

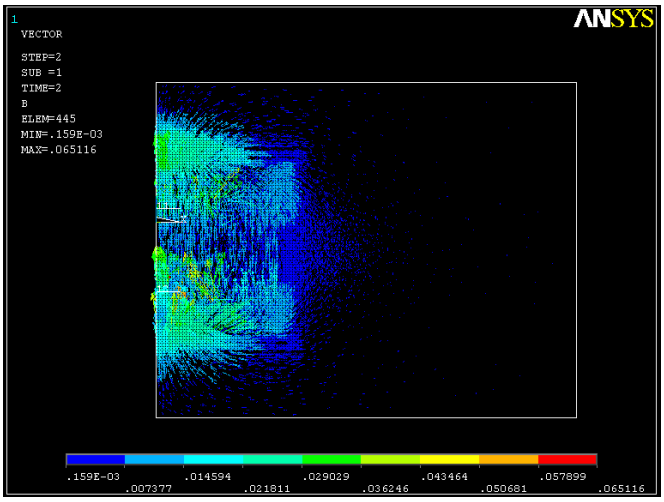


Рис. 5. Векторная картина электромагнитного поля исследуемой модели ЭДМА при :I_y= 0,1 А.

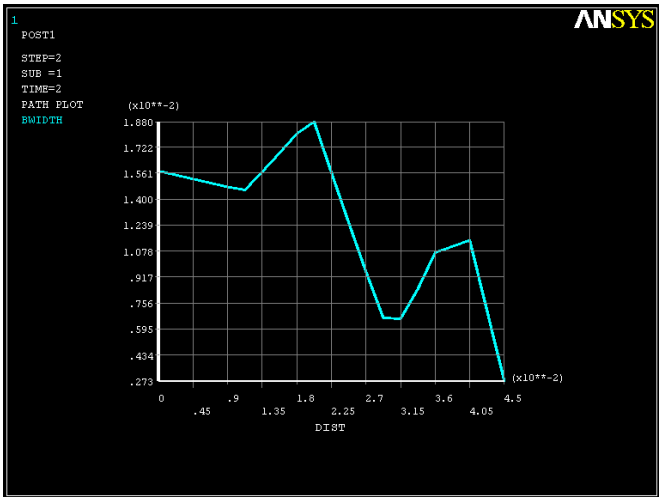


Рис. 6. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по ширине рабочего объема BWIDTH при :I_y= 0,1 А.

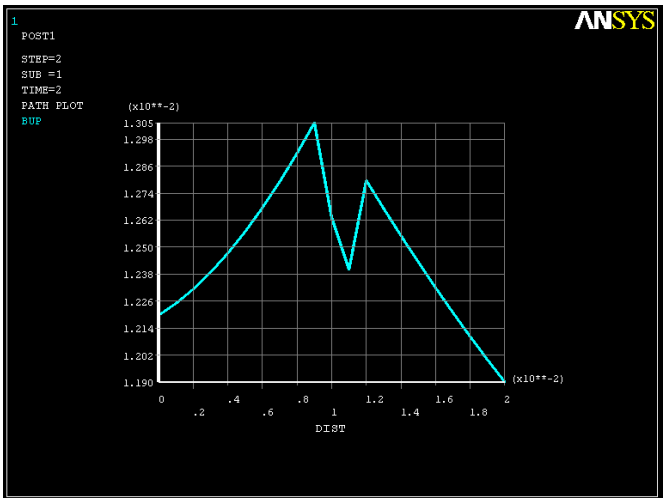


Рис. 7. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по высоте рабочего объема BUP при :I_y= 0,1 А

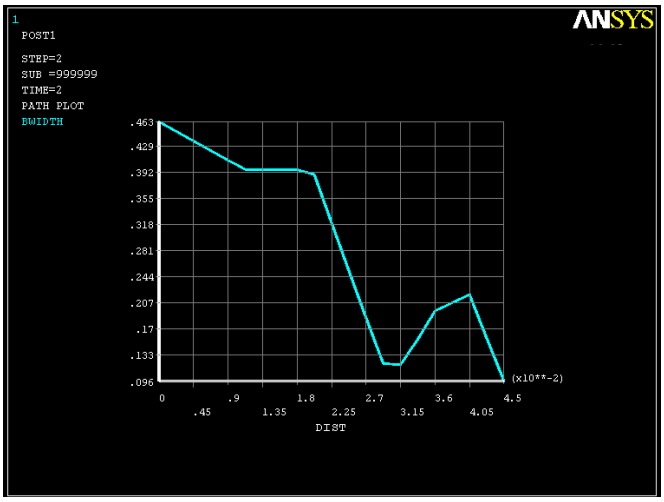


Рис. 8. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по ширине рабочего объема BWIDTH I_y= 0,3 А

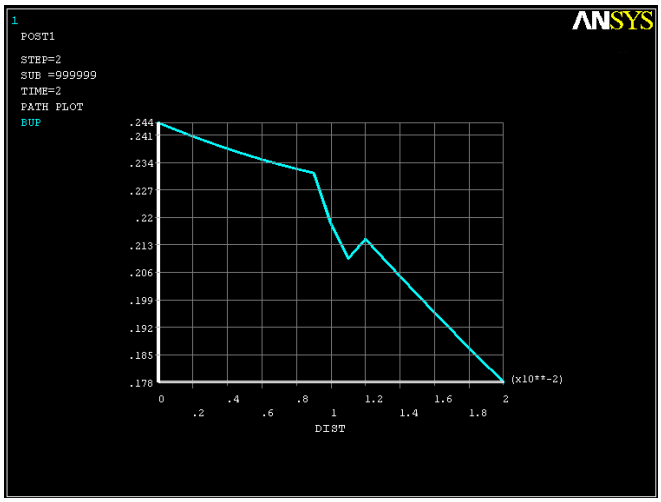


Рис. 9. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по высоте рабочего объема BUPI_y= 0,3 А

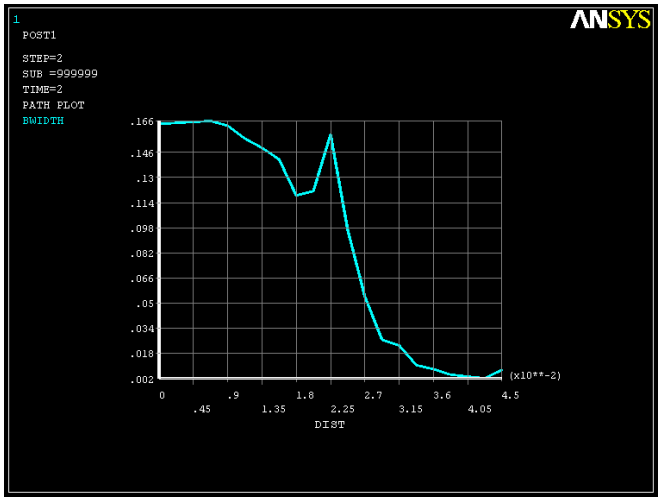


Рис. 10. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по ширине рабочего объема BWIDTHI_y= 0,5 А

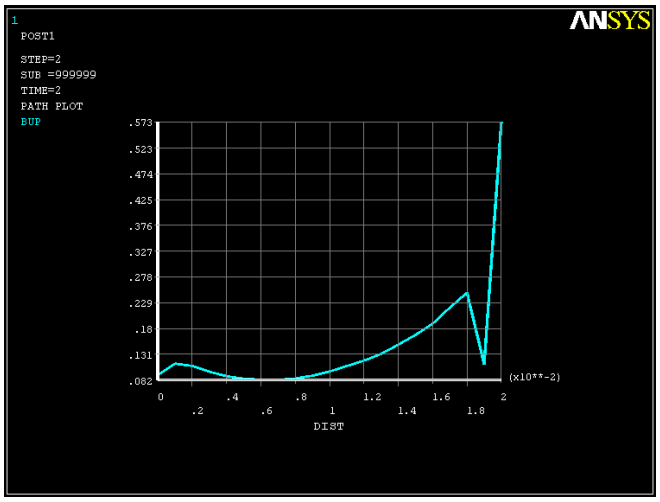


Рис. 11. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по высоте рабочего объема BUPI_y= 0,5 А

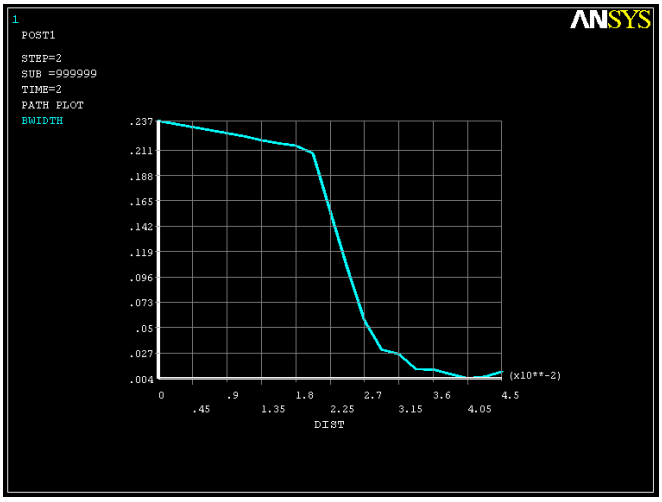


Рис. 12. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по ширине рабочего объема BWIDTHI_y= 0,7 А объема BDEPTHI_y= 0,7 А

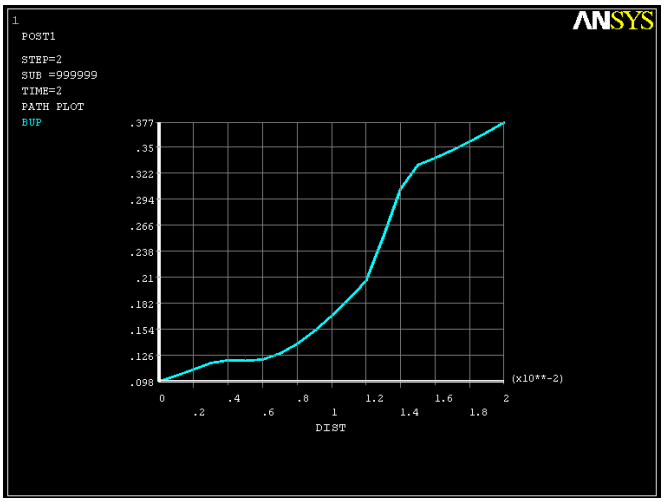


Рис. 13. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по высоте рабочего объема BUPI_y= 0,7 А

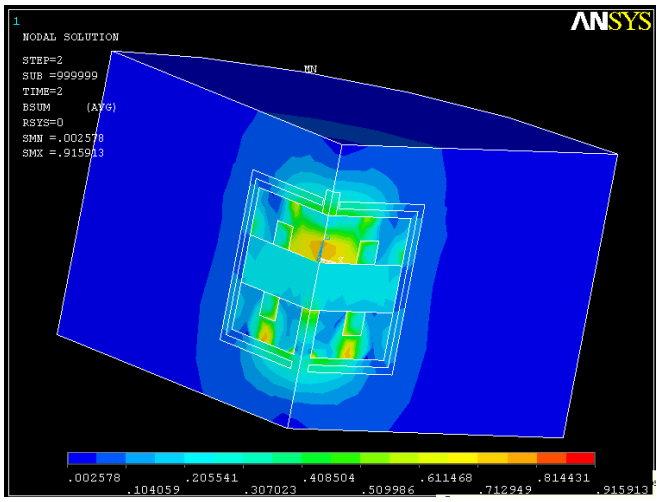


Рис. 14. Градиентная картина электромагнитного поля исследуемой модели ЭДМА при I_y= 0,7А

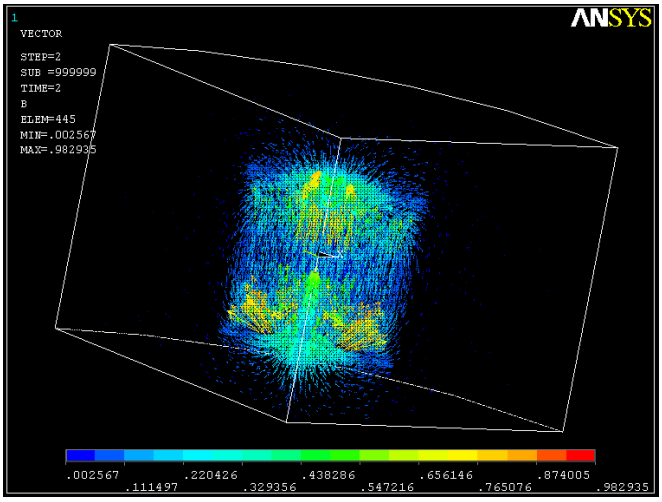


Рис. 15. Векторная картина электромагнитного поля исследуемой модели ЭДМА при I_y = 0,7А

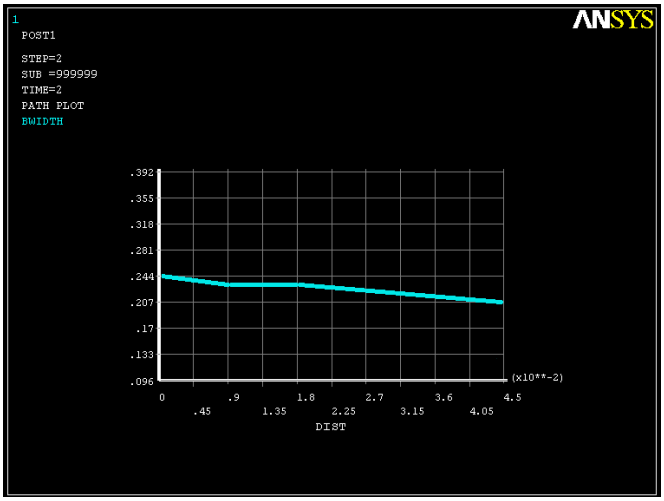


Рис. 16. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по ширине рабочего объема BWIDTH приI_y= 0,7А

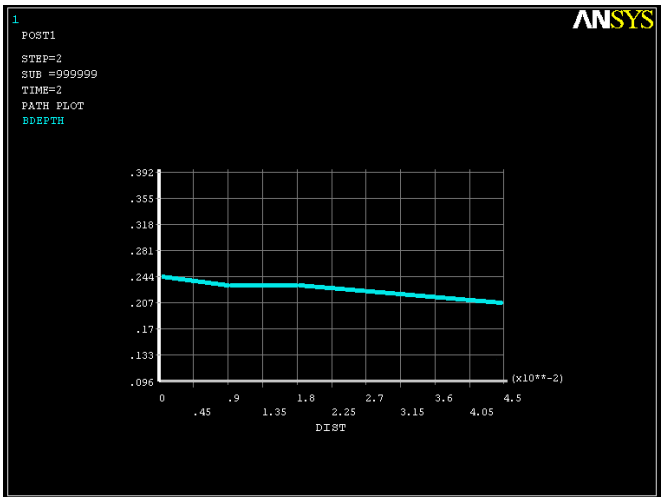


Рис. 17. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по глубине рабочего объема BDEPTH при I_y= 0,7А

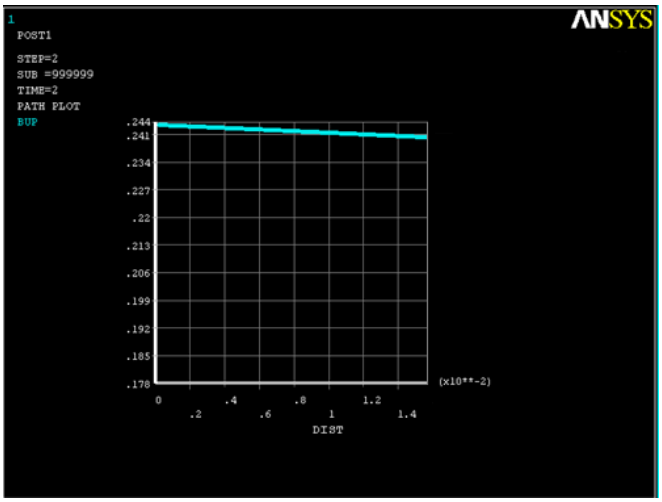


Рис. 18. Кривая изменения суммарной магнитной индукции по высоте рабочего объема BUP при I_y= 0,7А

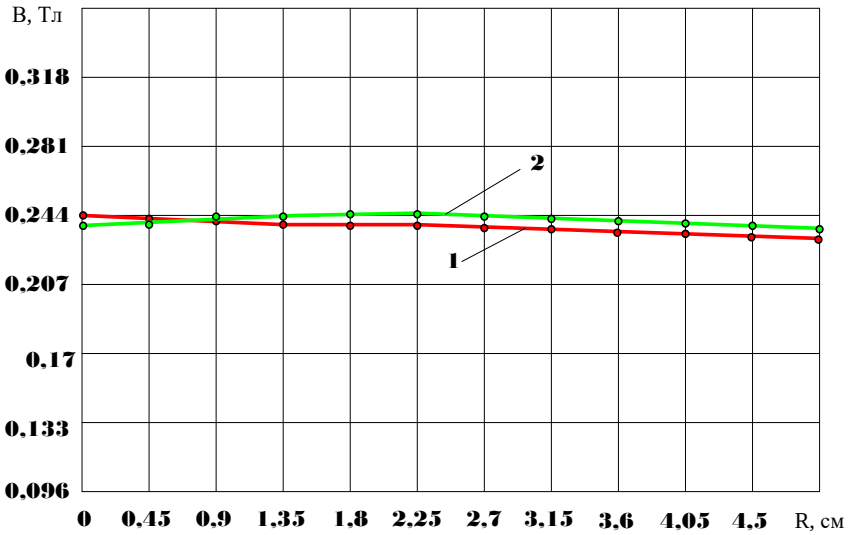


Рис. 19. Изменение магнитной индукции *B* по ширине рабочего объема ЭДМА: 1 — данные расчета в программном комплексе ANSYS; 2 — экспериментальные данные, полученные измерением миллитесламетром ТПУ

По результатам анализа полученных данных определены оптимальные размеры лабораторного ЭДМА: диаметр диска - 90 мм, расстояние между дисками - 12 мм, количество витков в обмотке управления - 1000, ток обмотки управления - 0,7 А, количество обмоток управления - 2. Выявлено, что в данном случае наблюдается равномерное распределение магнитного поля в рабочем объеме устройства, что обеспечит качественное промагничивание ферромагнитной составляющей и однородность силовых нагрузок между ферромагнитными размольными элементами через прослойку перерабатываемой смеси. Среднее значение магнитной индукции составляет 0,29 Тл. Полученные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями на лабораторном образце ЭДМА с использованием портативного миллитесламетра.

Исследования выполнены на основании авторских методик, разработанных в рамках ведущей научной школы Санкт-Петербурга «Эффективное использование энергии, интенсификация электротехнологических процессов» на основании теоретических и экспериментальных изысканий электромагнитного способа механоактивации [19, 20].

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Энергетика технологических процессов (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 8-3. – С. 77-77.
2. Беззубцева М.М. Научное обоснование энергоэффективности технологических процессов (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 11-2. – С. 256-257.
3. Беззубцева М.М., Бороденков М.Н. Анализ направлений повышения энергоэффективности размольного оборудования // Международный журнал экспериментального образования . - 2015. - № 9. - С. 85-86.
4. Беззубцева М.М., Мазин Д.А. Сравнительный анализ пакетов прикладных программ для моделирования энергетических процессов // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. - СПб.: СПбГАУ, 2011. - С. 380 - 382.
5. Беззубцева М.М. К вопросу конструктивного исполнения механоактиваторов-измельчителей с магнитоожиженным слоем // Международный журнал экспериментального образования. - 2017. - №4-2. - С. 160 -161.
6. Губарев В.Н., Беззубцева М.М. Экспериментальные исследования физико-механических процессов в рабочем объеме аппаратов с магнитноожиженным слоем // Вестник Студенческого научного общества. - 2014. - №3. - С. 8-10.
7. Беззубцева М.М. Принципы построения энергоэффективного способа диспергирования в механоактиваторах // Инновационный путь развития предприятий АПК. Сборник научных трудов по материалам XL Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава. - СПб.: СПбГАУ, 2017. - С. 286 - 289.
8. Беззубцева М.М. Производство сухих строительных смесей электромагнитной механоактивацией // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 11-2. – С. 258-260.
9. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. К вопросу исследования процесса электромагнитной механоактивации пищевого сельскохозяйственного сырья // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 232-234.
10. Беззубцева М.М. Разработка энергоэффективного измельчающего оборудования для нужд кормопроизводства // Инновации – основа развития агропромышленного комплекса. материалы для обсуждения Международного агропромышленного конгресса. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Комитет по аграрным вопросам ГосДумы РФ, Правительство Санкт-Петербурга, Правительство Ленинградской области, С.-Петербургский государственный аграрный университет. - СПб.: ОАО «Ленэкспо», 2010. - С. 71.

11. Беззубцева М.М. К вопросу проектирования типовых рядов электромагнитных механоактиваторов цилиндрического исполнения (обзорная информация) // Научное обозрение. Технические науки. - 2016. - №6. - С. 15-21 .

12. Беззубцева М.М. Методические подходы к разработке электромагнитных механоактиваторов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2017. - №2. - С. 20.

13. Беззубцева М.М. Импортозамещающий способ электромагнитной механоактивации // Сельское хозяйство - драйвер российской экономики. (для обсуждения и выработки решений). Оргкомитет международной агропромышленной выставки - ярмарки «Агрорусь-2016». - СПб.: ОАО «Ленэкспо», 2016. - С. 132 -133.

14. Беззубцева М.М., Прибытков П.С. Расчет электромагнитного механоактиватора с применением программного комплекса ANSYS // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. сборник научных трудов: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. - СПб.: СПбГАУ, 2009. - С. 245-246.

15. Беззубцева М.М., Волков В.С. Компьютерное моделирование процесса электромагнитной механоактивации в дисковом электромагнитном механоактиваторе (ЭДМА) в программном комплексе ANSYS // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11-1. – С. 151-153.

16. Беззубцева М.М., Волков В.С., Прибытков П.С. Расчет электромагнитного механоактиватора с применением программного комплекса ANSYS // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. -2009. -№15. -С. 150-154.

17. Беззубцева М.М. Формирование базы знаний при обучении магистрантов по программе «Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем» // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2016. - №2. - С. 11.

18. Беззубцева М.М. Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем (Программа магистратуры) // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. - №1-1. - С. 44-46.

19. Беззубцева М.М., Волков В.С. К вопросу исследования коэффициента объемного заполнения аппаратов с магнитоожиженным слоем // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3-1. – С. 8-10.

20. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. Метод расчета магнитопровода электромагнитных механоактиваторов с форсированным охлаждением // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2014. - №37. - С. 237 - 241.

УДК 621.313

ГЛАВА 8. СПОСОБ МАГНИТОМЕТРИИ В ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ФЕРРОПРИМЕСЯМИ

БЕЗЗУБЦЕВА МАРИНА МИХАЙЛОВНА

Доктор техн. наук, профессор, заведующая кафедрой «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Аннотация: Представлены результаты научных исследований, направленные на решение актуальной проблемы создания эффективного диагностического устройства для проведения анализа загрязненности технологических сред ферромагнитными примесями. Практическое значение имеет запатентованная конструктивная модификация диагностического устройства, реализующего новый способ создания тормозного усилия в аппаратах с магнитоожиженным слоем. Адекватность научных положений реальным процессам подтверждена практическими исследованиями процессов на электромагнитном плотномере (ЭМП).
Ключевые слова: ферропримеси, экспресс анализ, магнитометрия, электромагнитное поле

METHOD MAGNETOMETRY IN THE ANALYSIS OF CONTAMINATION OF TECHNOLOGICAL MEDIA BY FERRO-IMPURITIES

Bezzubtseva Marina Mikhailovna

Abstract: the paper presents the results of scientific research aimed at solving urgent problems of creation of effective diagnostic device for analysis of contamination of technological media in the ferromagnetic impurities. How important is a constructive modification of a patented diagnostic device that implements a new way to produce the braking force in devices with magnetic liquefied layer. The scientific adequacy of the provisions of the real processes is confirmed by practical research processes dielectromagnetics the density meter (EMF).
Keywords: ferropericlase, rapid analysis, magnetometry, electromagnetic field

ВВЕДЕНИЕ

Коррозия и износ оборудования в аппаратурно-технологических системах переработки сырья на предприятиях АПК способствуют возникновению нежелательного «эффекта намола» [1], что вызывает ухудшение качества готовых изделий. В этой связи объективный контрольный анализ присутствия ферропримесей в перерабатываемых технологических средах, проводимый с целью обеспечения экологичности и безопасности систем АПК, является актуальной задачей отрасли. При этом приоритетная задача - это разработка диагностического устройства - анализатора, позволяющего проводить качественный экспресс-анализ загрязненности технологических сред ферропримесями, в том числе и

автономно с минимальными эксплуатационными затратами. Обязательный контроль содержания (массовой доли, концентрации) таких примесей, ухудшающих качество сред и продукции, а также снижающих ресурс работы оборудования предусмотрен нормативными документами [2, 3, 4, 5, 6, 7].

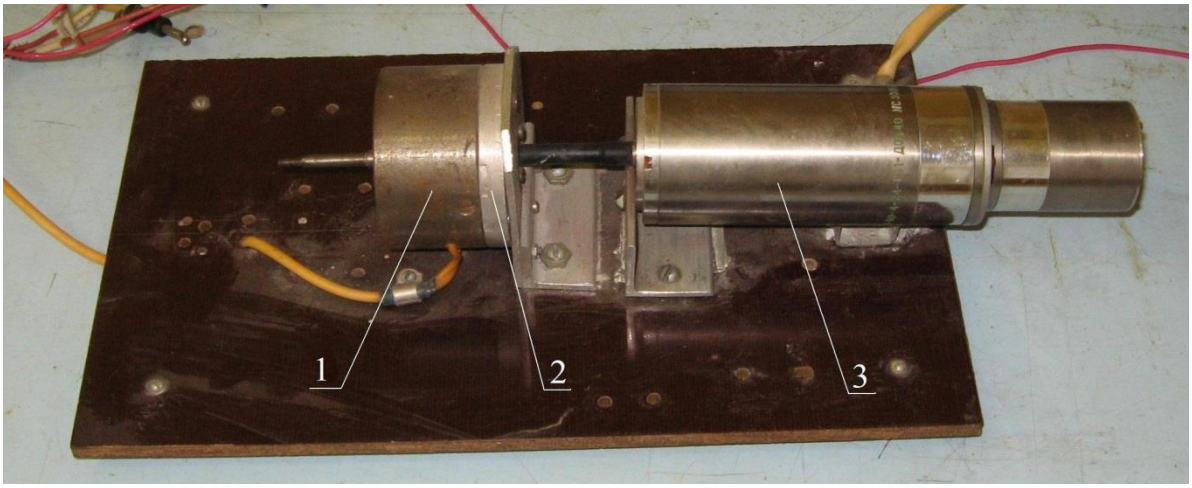
8.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

На основании аналитического обзора [8] выявлено, что наиболее перспективным способом для диагностики загрязнённости технологических сред ферромагнитными примесями является метод магнитометрии [9, 10, 11], который позволяет: увеличить надёжность машин и оборудования и сократить время простоя за счёт проведения ремонта по их фактическому состоянию; снизить эксплуатационные затраты за счёт продления ресурса; уменьшить нагрузку на окружающую среду – например, при диагностике моторного масла и его замене по фактическому состоянию; использовать один и тот же аппарат для диагностики как жидких, так и твёрдых сред. Диагностические устройства, работающие на принципе прямой или косвенной фиксации изменения магнитных свойств среды, могут широко применяться на предприятиях АПК.

Гипотеза о возможности создания электромагнитного способа диагностики загрязненности технологических сред продуктами износа оборудования возникла из опыта эксплуатации электромагнитных порошковых муфт, использующих для передачи момента вращение от приводного двигателя к исполнительному механизму регулируемое постоянное по знаку электромагнитное поле [12]. При этом в рабочем объеме устройств под действием двух потоков энергии создается магнитоожиженный слой феррочастиц [13]. Регулирование силового взаимодействия между ферромагнитными элементами устройств наиболее просто и надёжно осуществляется в постоянном электромагнитном поле [14]. В этом случае величина силового взаимодействия определяется индукцией электромагнитного поля, которая имеет прямо пропорциональную зависимость от легко регулируемой величины силы тока управления [15, с.89].

8.2. ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭКСПРЕСС - АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА НАЛИЧИЕ ФЕРРОПРИМЕСЕЙ

Макет диагностического устройства для экспресс анализа технологической среды на наличие ферропримесей представлен на рис. 1.



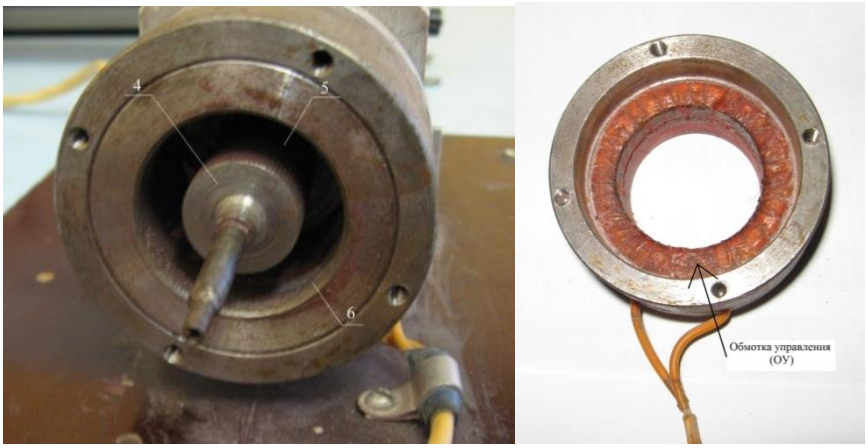


**Рис. 1. Общий вид макета устройства для диагностики (Патент РФ №11343):
1 – наружная цилиндрическая поверхность корпуса,
2 – стойка с подшипником, 3 – двигатель, 4 – внутренняя цилиндрическая поверхность корпуса,
5 – зазор, 6 –обмотка электромагнита**

Методом высокоскоростной фиксации установлено, что при включении обмотки управления (электрический ток изменяли в диапазоне от 0,05 до 1А), ферромагнитные сферические частицы карбонильного железа (ферропримеси) выстраиваются в «цепочки» (структурные построения), перпендикулярные к поверхностям макета 1 и 4 (рис. 2).

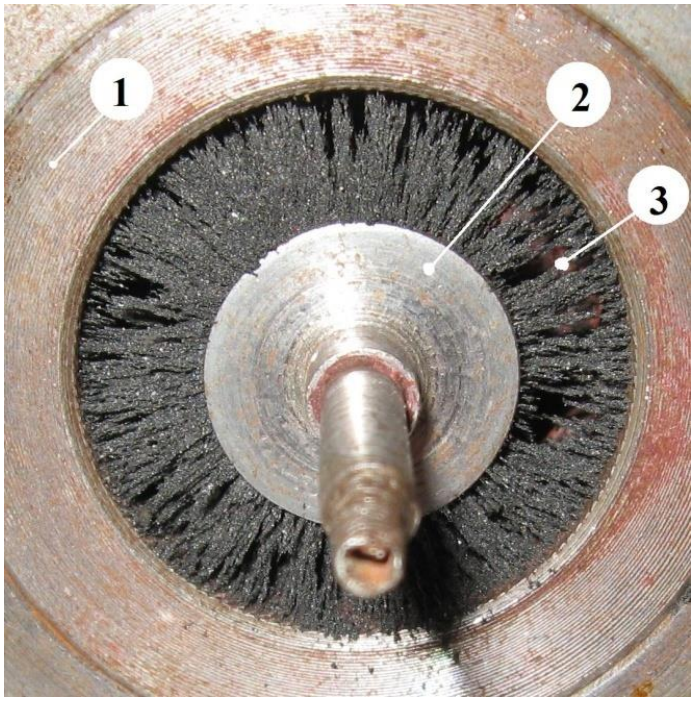


Рис. 2. Образование «цепочек» (структурных построений) из феррочастиц диаметром $d = 20$ мкм в рабочем зазоре ЭПМ при неподвижном состоянии поверхностей: 1,2 –поверхности рабочего объёма, 3 – частицы ферропримесей

При вращении поверхностей друг относительно друга (в зоне видимого наклона «цепочек») происходит относительное перемещение ферромагнитных частиц (рис. 3).

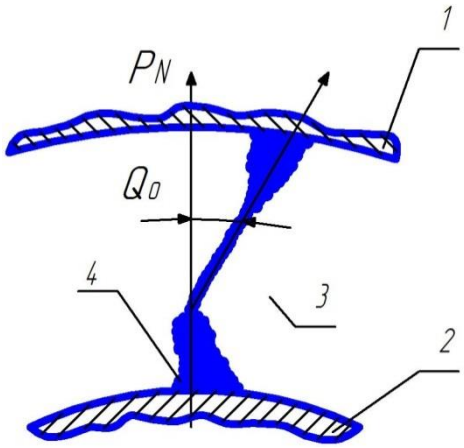


Рис. 3 Деформация «цепочек» из ферропримесей в рабочем объёме: 1,2 –поверхности рабочего объёма, 3 – рабочий объём, 4 – основания «цепочек» из ферропримесей; Q_0 - угол деформации

Выявлено, что угол Q_0, определяющий разрыв «цепочек» из ферропримесей изменяется в диапазоне от 16 до 20° . Исследования проводили при величине рабочей индукции В в диапазоне от 0,2 до 0,435 Тл. Зависимость тангенциальной составляющей сил взаимодействия между ферромагнитными элементами от индукции в рабочем объёме B приведена на рис. 4. Тангенциальная составляющая определяет силовое взаимодействие между поверхностями рабочего объема [16].

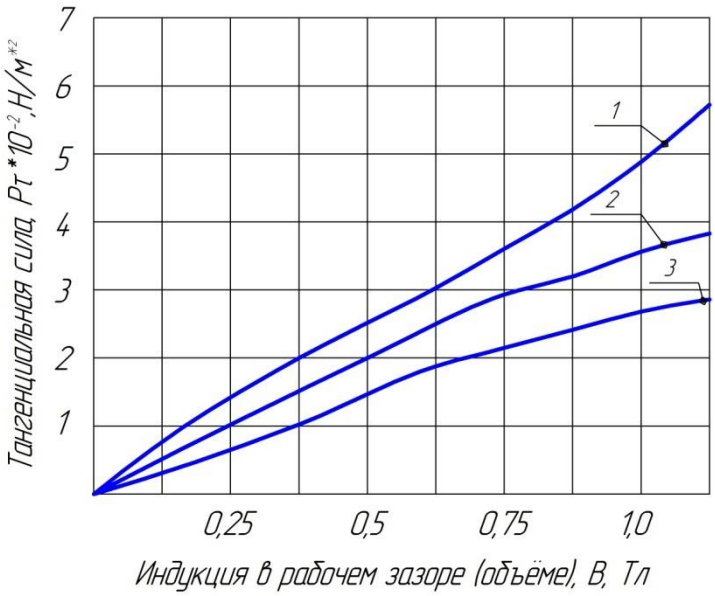


Рис. 4 Зависимость тангенциальной составляющей сил взаимодействия ферропримесей от индукции B при высоте рабочего объёма M :
1 - $M = 0{,}25$мм **; 2 -** $M = 0{,}5$мм **; 3 -** $M = 1{,}5$мм

В процессе непрерывной деформации окончаний структурных построений «цепочек» в «слое скольжения» их наклон увеличивается с ростом момента движения, передаваемого от ведущей части макета к ведомой.

При этом феррочастицы структурных построений, прилегающие к рабочим поверхностям макета, неподвижны и остаются к ним перпендикулярны. Модель рабочего объёма для статических испытаний

представлена на рис. 5.

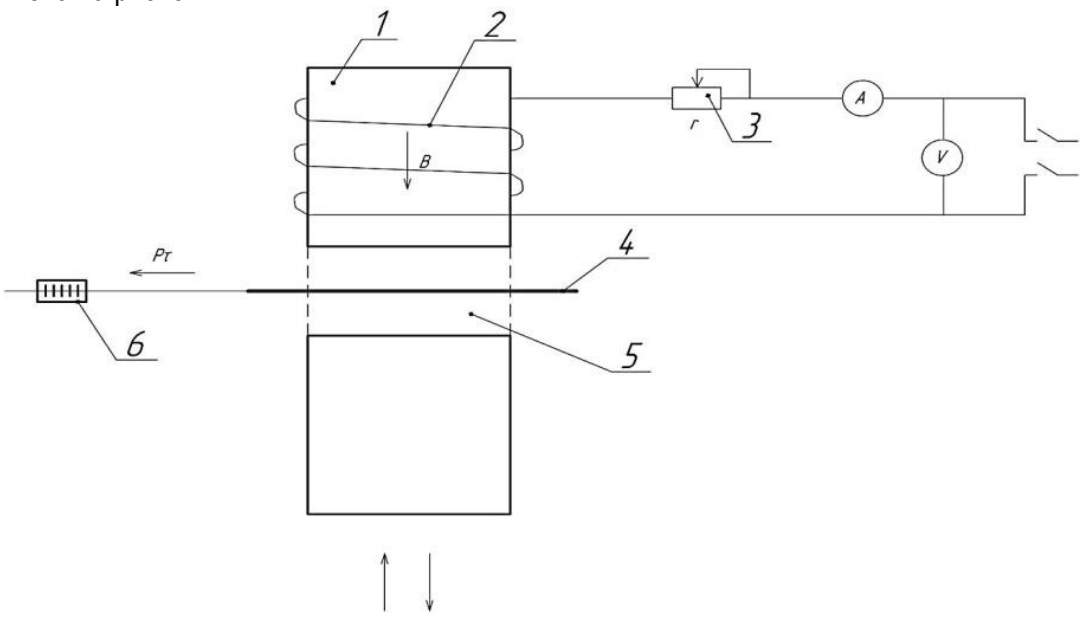


Рис. 5. Испытательный стенд, моделирующий рабочий объём ЭПМ для статических испытаний: 1 – электромагниты; 2 – обмотка управления; 3 – регулировочный реостат; 4 – ферромагнитная пластина, внесённая в слой заполнителя; 5 – ферромагнитный порошок; 6 – динамометр

На основании проведенных исследований разработан прибор для диагностики загрязненности технологических сред продуктами «намола» рабочих органов технологического оборудования [17, 18]. Конструктивная схема прибора и стенда для испытаний представлена на рис. 6.

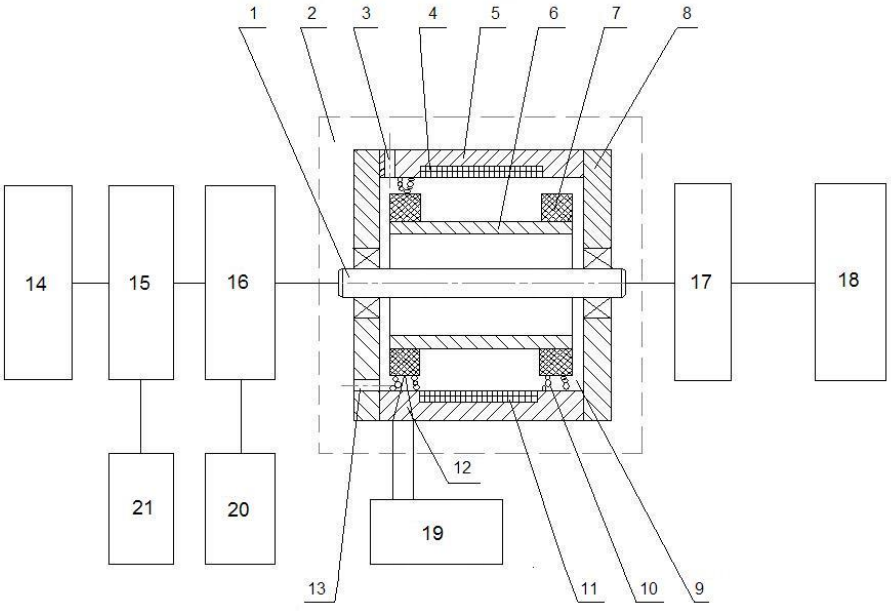


Рис. 6. Конструктивная схема ЭПЛ

Устройство работает следующим образом. Включается двигатель 14. При помощи устройства 18

получает вращение вал 1 с цилиндром 6. По индикатору 21, получающему сигнал от тахометра 15, фиксируется частота вращения цилиндра 6. Температура технологической среды контролируется датчиком температуры 12 по индикатору 19.

$$t_{\text{выбега}} = \varphi \text{ (загрязнённость технологической среды),}$$

где t_{B1}, t_{B2}, t_{B3} - время «выбега» без технологической среды, с «чистой» и с загрязнённой технологической средой, соответственно.

Зависимость $n = \varphi(t)$ представлена на рис. 7.

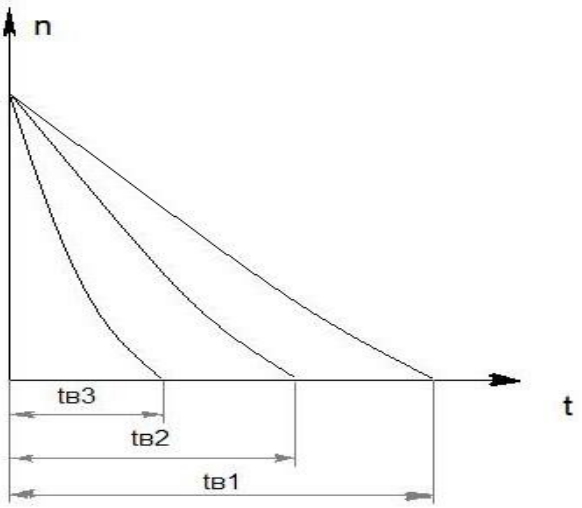


Рис. 7. Зависимость $n = \varphi(t)$

По достижению заданных значений частоты вращения вала 1 и температуры жидкости, находящейся в объёме 9, вал 1 отсоединяется от привода 14 при помощи устройства 16 с одновременным включением секундомера 20. Секундомер определяет время вращения вала 1 по инерции (выбег) до полной остановки. Момент полной остановки фиксируется по диску 17. Этот временной промежуток является определяющим при анализе степени загрязненности технологической среды. В последующих опытах в исследуемом объеме с анализируемой технологической средой устанавливается величина индукции электромагнитного поля $B = 0{,}3 - 0{,}5\text{Тл}$. При этом время выбега t_{B3} вала 1 будет существенно меньше времени выбега t_{B1} и t_{B2}, что свидетельствует о наличии в технологической среде ферромагнитных частиц 10. Величина, характеризующая сокращение времени выбега, позволяет оценить степень загрязнённости среды примесями и ферромагнитными частицами 10. При проведении анализа экспериментатору необходимо располагать тарировочными графиками.

8.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Принципиальная схема установки для испытания приведена на рис. 8. В качестве приводного двигателя применялся асинхронный короткозамкнутый электродвигатель. Питание обмотки управления устройства осуществлялось от регулируемого источника постоянного тока. В качестве отметчика времени использован прибор П104, а датчика скорости (ТГ) – тахогенератор постоянного тока. Класс точности регистрирующих приборов составлял $\pm 0{,}5\%$. Использован шлейфовый осциллограф. Измерение температуры исследуемой среды производилось термопарой (ВК). Записывались следующие параметры: ток управления; скорость вращения вала; временные отметки.

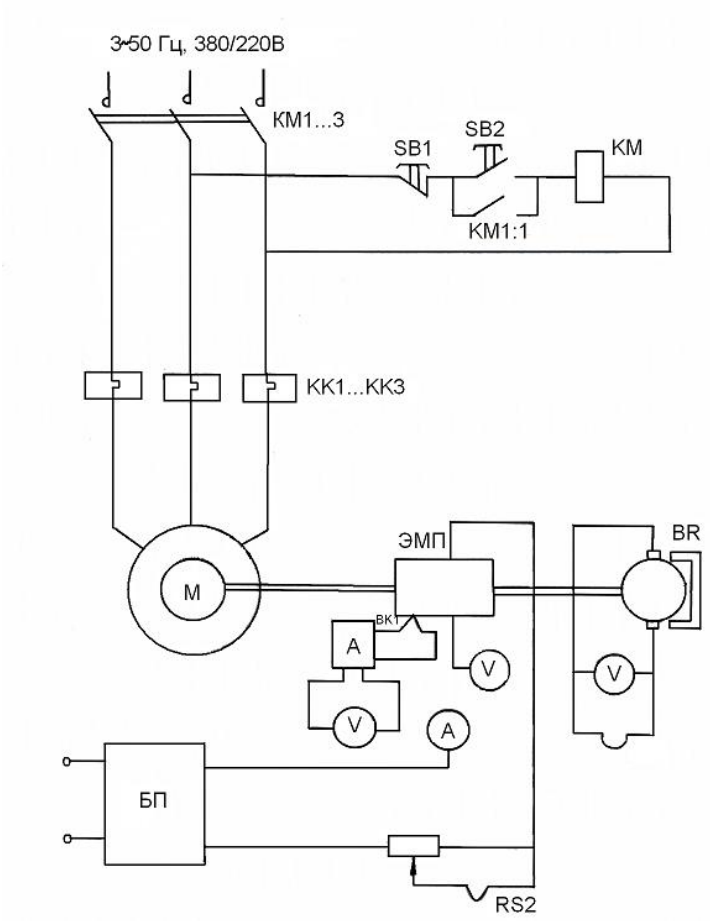


Рис. 8. Принципиальная схема установки

В ходе эксперимента были проведены четыре серии опытов. В первом опыте исследовалось «чистая» технологическая среда – моторное масло (без добавления ферромагнитных частиц). В последующих опытах в рабочий объём поступало масло с различным коэффициентом заполнения ферромагнитными частицами K_3. Опыты проводились с использованием карбонильного железа весом 1,4; 2,0; 2,6 г, что соответствует коэффициентам объёмного заполнения рабочего зазора устройства K_3 равным 0,0357; 0,0511; 0,0664 [19, 20]. Пересчет проводился по формуле:

$$\kappa_з = \frac{G}{\gamma \cdot V_{заз}}, \quad (1)$$

где G - вес заполнителя, г;

γ - удельный вес материала феррочастиц;

$V_{заз}$ - величина рабочего объема.

В каждом опыте измеряли время выбега. На основании полученных данных установлена зависимость $n = \varphi(t)$, т.е. зависимость времени выбега от загрязнения жидкости при чистой технологической среде и при различных коэффициентах заполнения K_3. Из графиков, представленных на рис. 9, следует, что время выбега уменьшается с увеличением коэффициента заполнения K_3 [21].

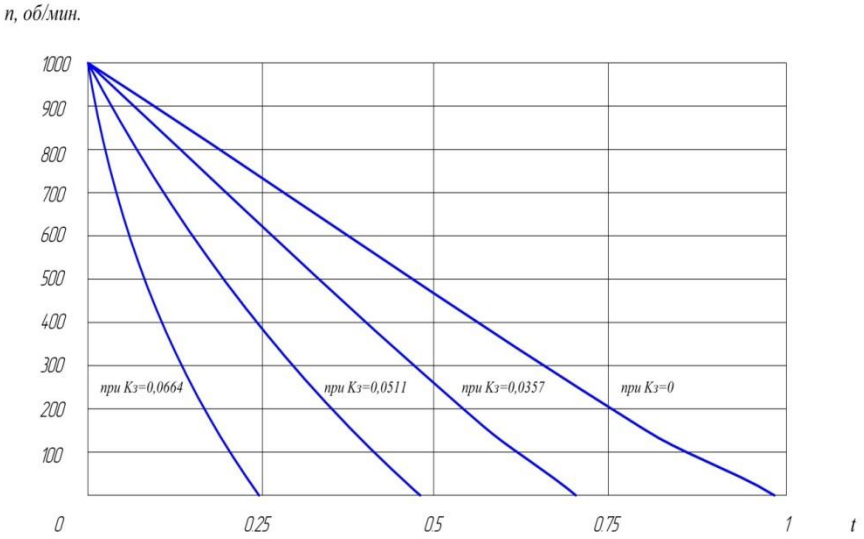


Рис. 9. Зависимость $n = \varphi(t)$

Уменьшение времени выбега объясняется тем, что с увеличением коэффициента заполнения $K_З$ увеличивается магнитная проницаемость μ анализируемой технологической среды. При этом увеличивается величина индукции в рабочем зазоре ЭМП, которая и определяет удельную силу сцепления τ между феррочастицами (или ферропримесями) в исследуемом объекте [22].

На рис. 10 показана статистическая зависимость магнитной проницаемости ферромагнитного заполнителя μ_δ от индукции B при различных коэффициентах объемного заполнения $K_{Vзап}$.

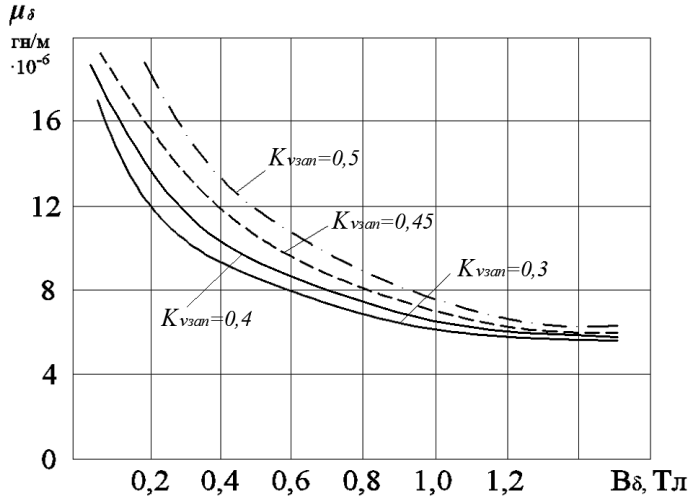


Рис. 10. Зависимость $\mu_\delta = fB_\delta$ при $K_{Vзап}$:
$K_{Vзап}$ = 0,3; $K_{Vзап}$ =0,4; $K_{Vзап}$ =0,45; $K_{Vзап}$= 0,5

8.4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАГНИТОПРОВОДА ЭМП

Целесообразно отметить, что в диагностических приборах для генерации поля могут быть использованы магнитопроводы различной конструктивной модификации. К задачам расчета магнитопровода относятся: вычисление суммарной м.д.с. обмотки управления (задача решается с целью определения величины индукции электромагнитного поля на участках магнитопровода) и вычисление числа витков W и силы тока I в ОУ, обеспечивающих значения индукции электромагнитного поля в рабочем

объеме ЭМП в диапазоне от 2 до 5Тл.

В процессе проектирования магнитопровод устройства делится на участки, например, так, как показано на рис.11.

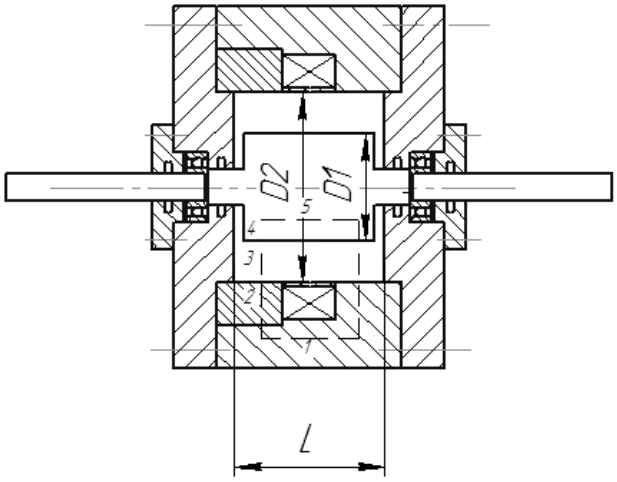


Рис. 11. Расчетные участки магнитопровода ЭМП

По графическим зависимостям $B = f(H)$ определяется напряженность H_x на отдельных участках магнитопровода [23]. Для каждого заданного значения индукции В вычисляется значение м. д. с. обмотки управления, необходимое для проведения магнитного потока Φ_p по всем участкам устройства. Зависимость $\Phi_p = f(\sum F)$ характеризует состояние магнитопровода. Так, если магнитопровод является ненасыщенном в магнитном отношении, то имеет рабочую точку (номинальное значение индукции в рабочем объеме) на линейной части характеристики $\Phi_p = f(\sum F)$. Анализ зависимости $\Phi_x = f(\sum F_x)$ для всех участков позволяет определить наиболее насыщенные в магнитном отношении участки магнитопровода, т.е. "узкие" места в магнитопроводе (с точки зрения прохождения по нему магнитного потока) [24]. По результатам анализа вносятся необходимые поправки в расчетные данные конкретного участка.

По результатам исследований составлены алгоритмы расчета надежно работающих ЭМП [25], в том числе и анализаторов, представляющих предмет изобретений [10, 26].

Список литературы

1. Беззубцева М.М. К вопросу исследования эффекта намола в аппаратах с магнитоожиженным слоем ферротел // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. –№ 8-3. – С. 96.
2. ГОСТ 22551-77. Песок кварцевый, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности. Технические условия.
3. ГОСТ 15045-78. Материалы кварц-полевошпатовые для строительной керамики. Технические условия.
4. ГОСТ 23672-79. Доломит для стекольной промышленности. Технические условия.
5. ГОСТ 21234-75. Тальк молотый для керамической промышленности. Технические условия.
6. ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия.
7. ГОСТ Р 55575-2013 Продукты пищевые сыпучие. Определение содержания ферропримесей опытно-расчетным магнитным методом операционного экстраполируемого выделения.

8. Беззубцева М.М., Волков В.С., Зубков В.В. Исследование аппаратов с магнитоожиженным слоем // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-2. С. 258-262.

9. Беззубцева М.М. Электромагнитный способ диагностики загрязненности технологических сред (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 11-2. – С. 241-242.

10. Патент РФ № 11343 (G01N11/10). Соколов А.В., Беззубцева М.М. Устройство для оценки степени загрязнения жидкостей примесями.

11. А.с. СССР 1461506. Магнитный анализатор. Рожков И.М.1989.

12. Пуговкин П.Р., Беззубцева М.М. Модель образования сцепляющего усилия в ЭПМ // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 1987. –№ 10. –С. 91-95.

13. Bezzubtzeva M.M., Volkov V.S., Gubarev V.N. The physical and mechanical processes study in ferro-bodies' magneto – liquefied layer of electromagnetic mechano – activators (EMMA). International Journal of Applied And Fundamental Research. – 2013. – № 2 – URL: www.science-sd.com/455-24425 (16.11.2013)

14. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. К вопросу исследования физико-механических процессов в магнитоожиженном слое ферротел // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – №7–2. – С. 191 – 196.

15. Беззубцева М.М., Волков В.С. Электромагнитный способ диагностики загрязнения технологических сред, Saarbrucken Lambert academic publishing. – 184 с.

16. Беззубцева М.М., Назаров И.Н.Контроль состояния картерного масла по наличию в нем механических примесей В книге: Устойчивое развитие сельских территорий страны и формирование трудового потенциала АПК в XXI веке международный агропромышленный конгресс. Министерство сельского хозяйства РФ, Департамент сельскохозяйственного развития и социальной политики, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. 2008. С. 60.

17. Bezzubceva M.M., Volkov V.S.A study of the power contacts in magnetic liquefied layer of ferro-impurities in the coolant in the working volume of electromagnetic densitometers (EPL) // European Journal of Natural History. – 2016. – № 4. – С. 55–59.

18. Беззубцева М.М. К вопросу прогнозирования эффекта намола в ЭММА // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9-1. – С. 67-68.

19. Беззубцева М.М., Назаров И.Н. Устройство для оценки состояния моторного масла. В сборнике: Устойчивое развитие сельских территорий страны и формирование экономического и трудового потенциала АПК материалы Международного конгресса. – 2008. – С. 190-191.

20. Беззубцева М.М. Исследование времени срабатывания электромагнитного плотномера (ЭПЛ) для экспресс-диагностики степени загрязненности маловязких и средневязких жидкостей ферропримесями. В сборнике: Сельское хозяйство - драйвер российской экономики (для обсуждения и выработки решений). Оргкомитет международной агропромышленной выставки - ярмарки "Агрорусь-2016". – 2016. – С. 133-134.

21. Беззубцева М.М., Ружьев В.А., Романейн Н.В. Экспериментальные исследования процесса намола в электромагнитных механоактиваторах // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11-3. – С. 122-123.

22. Беззубцева М.М., Мазин Д.А., Зубков В.В. Исследование коэффициента объемного заполнения ферромагнитной составляющей в аппаратах с магнитоожиженным слоем // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2011. – №23. – С. 371 – 376.

23. Зубков В. В. В.В., Беззубцева М.М. Экспресс-диагностика эффекта намола с использованием методов электротехнологий. В сборнике: Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – 2011. – С. 332-334.

24. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование физико-механических процессов в рабочем объеме электромагнитных плотномеров (ЭПЛ) // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6-1. – С. 19-23.

25. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование магнитной системы электромагнитного механоактиватора. В сборнике: Инновации - основа модернизации АПК. Материалы для обсуждения. Северо-Западный региональный научный центр Россельхозакадемии, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – 2012. – С. 66.

26. Беззубцева М.М. Электромагнитные измельчители для пищевого сельскохозяйственного сырья. Теория и технологические возможности: дис…докт. техн. наук. – СПб. 1997. – 495 с.

УДК. 629.7

ГЛАВА 9. СОХРАНЕНИЕ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ОВЧАРОВ ПЕТР НИКОЛАЕВИЧ
канд. техн. наук, доцент
СТУПАКОВ ВАЛЕРИЙ ЯКОВЛЕВИЧ
канд.пед. наук, доцент
КОНКИН БОРИС БОРИОВИЧ
канд. физ.-мат. наук, доцент
БИНДУС ВАЛЕРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
старший преподаватель
КОРОБКИН СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ
преподаватель
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации»
Ростовский филиал

Аннотация: Основной целью работы является рассмотрение технической эксплуатации воздушных судов в зависимости от эксплуатационной технологичности и качества технического обслуживанияс использованием наиболее экономичных технологических процессов.
Ключевые слова: воздушный поток, усталостное разрушение рабочих лопаток, эксплуатационные повреждения, резонансные режимы, эксплуатационная технологичность, контролепригодность, легкосъёмность

THE CONTINUING AIRWORTHINESS AND TO ENSURE TRANSPORT SECURITY

Ovcharov Petr Nikolaevich,
Stupakov Valeriy Ykovlevich,
Konkin Boris Borisovich,
Bindus Valeriy Alexandrovich,
Korobkin Sergey Vitalyevich

Abstract: the Main goal of this work is to examine the technical operation of aircraft depending on the maintainability and quality of the technical service using the most economical manufacturing processes.
Keywords: air flow, fatigue failure of rotor blades, operational damage, resonance modes, maintainability, testability, legacy select.

9.1. ОБЗОР ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЗАПЫЛЕННОЙ АТМОСФЕРЫ

Опыт эксплуатации ГТД в условиях запыленной атмосферы показал, что при загрязнении воздушного потока посторонними частицами размером менее 0,4 мм происходит повреждение лопаток компрессора, которое определяется как эрозионный износ. Он является одним из наиболее распространенных видов эксплуатационных повреждений и зависит от концентрации твердых посторонних частиц в воздухе (может составлять 0,2…1,9 г/м3), особенностей конструкции элементов ГТД и места его расположения на ЛА и способствует [2]:

- повышению вероятности усталостного разрушения рабочих лопаток компрессора из-за усталостной прочности, изменения резонансных режимов;
- ухудшению экономичности двигателя из-за износа элементов конструкции газовоздушного тракта;
- ухудшению газодинамических параметров двигателя;
- снижению запасов газодинамической устойчивости.

Скорость изнашивания прямо пропорциональная концентрации пыли до 1г/м3. При дальнейшем росте концентрации износ замедляется, по-видимому, из-за соударения абразивных частиц. Чем больше в пыли кварца, тем она опаснее. Содержание кварца падает с уменьшением размера частиц [4].

Негативное воздействие пыли (песка) на работоспособность и надежность авиационных ГТД происходит как следствие попадания под действием ветра и накопления пыли (песка) во внутренних полостях неработающего ГТД при стоянке воздушного судна на открытой площадке, так и в результате работы ГТД в запыленной атмосфере вблизи поверхности земли.

Опыт эксплуатации ГТД и результаты стендовых пылевых испытаний (модельных и натурных) показали, что воздействие пыли (песка) может приводить к следующим последствиям:

- эрозионному износу лопаток компрессора;
- загрязнению транспортных магистралей и теплообменных поверхностей системы воздушного охлаждения деталей «горячей части»;
- загрязнению топливных форсунок и топливного коллектора (следствием чего являются прогары жаровой трубы и ухудшение температурного поля на выходе из камеры сгорания);
- образованию стекловидных отложений на сопловых лопатках турбины;
- проникновению пыли в полости подшипников и масляную систему.

Статистика показывает, что причины повреждений лопаток компрессора, приведших к досрочному съему двигателей ЛА, распределяются примерно так:

- абразивный (эрозионный) износ лопаток компрессора: 30…35%;
- попадание посторонних предметов с взлѐтно-посадочной полосы (ВПП) и рулѐжных дорожек (РД): 25…30%;
- попадание птиц и льда в полете: 15…20%;
- ошибки в эксплуатации, допущенные личным составом: 15…30%.

Пыль приводит к преждевременному выходу из строя ГТД, при этом ресурс ограничивается эрозией рабочих лопаток компрессора, причем осевые компрессоры изнашиваются больше центробежных. Эродируют также покрытия колец, уменьшающих радиальный зазор над рабочими лопатками осевых компрессоров, и лабиринтные уплотнения.

Наибольшему износу подвергаются детали компрессора двигателя, особенно рабочие лопатки первой ступени (по всей высоте входной кромки и вогнутой стороны), а также лопатки последующих ступеней (по периферийной части из-за центрифугирования пыли на первых ступенях компрессора).

Результаты исследования причин ухудшения параметров и производительности двигателя JT9D в процессе эксплуатации. Исследование было основано на документах и данных, полученных из пяти авиакомпаний, двух производителей планера и компании Pratt&WhitneyAircraft (P & WA) за период с начала 1973 года по 31 декабря 1976 года. Предполагаемое распределение причин ухудшения харак-

теристик двигателей (при ресурсе до 3500 летных часов) составляет 40% в связи с летными нагрузками, 40% из-за эрозии, 20% за счет тепловой деформации деталей.

При работе двигателя в условиях сильно запыленной атмосферы поступающая пыль оказывает эрозионное воздействие на лопатки компрессора и турбины, а также может осаждаться в виде твердого осадка на деталях горячей части двигателя. Характер влияния запыленного воздуха на работу двигателя зависит от физико-химической природы пыли, ее дисперсного состава и концентрации пыли в общем объеме воздуха, засасываемого компрессором двигателя. Пыль в размягченном виде может также откладываться на лопатках компрессора, изменяя геометрию лопатки и ее шероховатость, что приводит к уменьшению коэффициента полезного действия (КПД) и соответственно снижению степени повышения давления и производительности компрессора.

Эрозионный износ, в основном, искажает геометрические формы деталей 17 элементов проточной части, что влияет на их характеристики. В первую очередь уменьшается КПД компрессора и его напорность вследствие изменения формы профилей лопаток.

Как свидетельствует опыт эксплуатации ГТД, вероятность возникновения помпажа вследствие эрозии лопаток компрессора существует во всем диапазоне эксплуатационных частот вращения газогенератора. Это приводит к невозможности или нецелесообразности дальнейшей эксплуатации ГТД, и требует досрочного съема и ремонта для восстановления характеристик .

На основе анализа работы вертолѐтных двигателей установлено, что влияние эрозионного износа проточной части компрессоров приводит к уменьшению запаса газодинамической устойчивости (ГДУ) компрессора и смещение напорных характеристик в сторону меньших расходов воздуха. При оценке влияния изменения радиального зазора вследствие эрозионного износа на основе исследований принимается, что при увеличении относительного радиального зазора в осевом компрессоре на 1%, его КПД снижается на 2%.

Опыт применения ГТД в Афганской войне (1979–1989 гг.) показал, что пыль истачивала компрессоры в первую очередь. Из-за эрозии изменялись профили лопаток, что приводило к нерасчетному обтеканию и даже помпажу компрессора. Например, двигатели ТВ2-117А не вырабатывали и половины назначенного ресурса, а при их переборке обнаруживалось, что высота рабочих лопаток последних ступеней вследствие эрозионного износа уменьшалась более чем на 50%. Также досрочно приходилось снимать с эксплуатации более половины ГТД ТВ3-117, из них 39% – по причине эрозии лопаток. Пылезащитные устройства (ПЗУ), устанавливаемые на Ми-24 и Ми-8Т, не нашли применения. Включение ПЗУ отбирало до 6% и без того недостающей мощности.

Первоначальные исследования по влиянию пылевой эрозии проводились в Германии в 1930 г. Эти исследования были основаны на теоретическом анализе влияния эрозии на различные материалы путем разработки ряда моделей для учета объема изношенного материала, деформационного и абразивного износа, движения частиц и т.д. Большой научный вклад по созданию различных моделей эрозионного износа последовательно внесли Finnie, Bitter, Neilson, Gilchrist, Tabakoff, Grant и др.

Проблема эрозионного износа компрессоров являлась предметом исследования для многих зарубежных ученых, как Tabakoff, Hussein, Grant, Bahan и др.. В Российской Федерации большой вклад в экспериментальные и расчетные исследования влияния эксплуатационных факторов на характеристики компрессоров и ГТД внесли ученные многих ВУЗов и организаций (ЦИАМ, УГАТУ, СГАУ, МАИ, ВВИА и др.).

Основной механизм изнашивания является сложной функцией физических свойств разрушаемого материала, материала частиц, их размеров, угла соударения и скорости. Этот механизм был исследован многими учеными, в результате чего установили экспериментальную корреляцию по уровню изнашивания материала как показателя параметров эрозии.

Процесс эрозии лопаток зависит от ряда факторов: размера частичек пыли, материала лопатки и угла попадания частиц. При высокой запыленности (например, в вертолетных ГТД) наблюдается равномерный износ лопаток первых ступеней и усиленный износ периферийных участков лопаток последних ступеней. При умеренном среднем пылесодержании воздуха износ лопаток носит локальный характер и зависит от особенностей течения, которые вызывают местное увеличение концентрации ча-

стиц и их скорости относительно лопаток. Износ лопаток компрессора приводит к изменению аэродинамического профиля и увеличению шероховатости поверхности лопатки. В результате уменьшаются КПД, степень повышения давления, расход воздуха и запасы ГДУ отдельных ступеней и компрессора в целом.

Интенсивность эрозионного износа материала лопатки пропорциональна квадрату окружной скорости. Уровень эрозии в многоступенчатом компрессоре увеличивается от первой ступени к последней, основные эрозионные повреждения профиля лопатки происходят со стороны корыта у передней кромки.

Наибольшему эрозионному износу подвергаются входные и выходные кромки лопаток, а также поверхность корыта. Поверхность спинки лопаток изнашивается только вблизи входной кромки. В районе втулки эрозионный износ рабочих лопаток мал по сравнению с износом на их периферийной части. Эрозионный износ от ступени к ступени увеличивается, это происходит вследствие увеличения концентрации частиц, приходящихся на единицу поверхности пера рабочей лопатки компрессора и в результате уменьшения площади поверхности пера лопаток от ступени к ступени и сепарирования частиц под действием центробежных сил к периферии лопаток.

Изменение размеров и профилей деталей проточной части компрессора приводит к уменьшению степени повышения давления воздуха в компрессоре, снижению КПД компрессора, падению тяги (мощности) двигателя, увеличению расхода топлива. А самое главное, эрозионный износ приводит к снижению запаса газодинамической устойчивости компрессора и помпажу.

Вопрос исследования эрозионного износа в многоступенчатых лопаточных машинах гораздо сложнее, чем на отдельных ступенях, так как при движении частиц по тракту двигателя происходит изменение их траектории движения от входа до выхода из двигателя. Кроме того, комплексное влияние динамики частиц и концентрации пыли приводит к тому, что уровень эрозии элементов компрессора начинает существенно зависеть от места положения ступеней и особенностей конструкции.

9.2. ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА ОТ УРОВНЯ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

В единственном вузовском учебном пособии для будущих инженеров-эксплуатационников (не могу называть: «бакалавров-эксплуатационников») известнейшие основоположники науки об эксплуатации воздушных судов (ВС) Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М., Чичерин А.С. просто и четко объясняют очевидную и скрытую зависимость эксплуатационной технологичности от качества технического обслуживания воздушных судов: «…Понятие эксплуатационной технологичности не является неизменным для всех случаев. Оно определяется назначением машины (изделия), особенностями ее конструкции, конкретными условиями эксплуатации, принятой программой ТО и Р.»

Под эксплуатационной технологичностью (ЭТ) понимается свойство конструкции ЛА, заключающееся в приспособленности его к выполнению всего комплекса работ по ТО и Р с использованием наиболее экономичных технологических процессов.

ЭТ зависит от ряда факторов, которые учитываются при создании ВС, когда учитывается назначение и условия его эксплуатации. На уровень ЭТ решающее влияние оказывают две взаимосвязанных группы факторов: конструктивно-производственные и эксплуатационные (КПФ и ЭФ).

К КПФ относятся: контролепригодность, доступность, легкосъёмность, взаимозаменяемость, регулируемость, преемственность средств наземного обслуживания и контрольно-измерительной аппаратуры, а также унификация ФС и агрегатов. Эти факторы определяют свойства самой конструкции и должны учитываться при создании ВС.

В группу ЭФ входят: формы организации выполнения ТОиР, состояние производственно-технической базы, квалификация обслуживающего персонала, полнота обеспечения запчастями, материалами и качественной эксплуатационно-технологической документации (ЭТД). ЭФ определяют среду, в которой проявляются свойства конструкции, и должны учитываться как при создании, так и в процессе эксплуатации ВС.

При оценке уровня ЭТ ВС, обычно, осуществляется её качественный анализ и количественная оценка.

Качественный анализ заключается в оценке приспособленности конструкций ВС к выполнению всех операций ТО и Р, предусмотренных технологией, определяются состав и вид применяемого инструмента, КПА и средств наземного обслуживания, а также, оценивается полнота и качество ЭТД. При этом, оценка степени совершенства конструктивных решений, применённых на данном ВС, осуществляется путём сравнения этих решений, достигнутых на лучших образцах ВС подобного класса.

С точки зрения качественной оценки ТЭ ВС, можно отметить следующие положительные конструктивно - технические и технологические решения:

сравнительно малое использование средств ТО при транзитном обслуживании самолёта;

- ✓ удобный доступ ко всем заправочно-зарядным устройствам;
- ✓ широкое применение стандартных и унифицированных узлов и агрегатов, панелирования и агрегирования монтажей;
- ✓ применениезакрытой ЦЗТ (до 1500 л/мин, приΔР = 4,5 кг/см^2 = 0,45 Мпа), маслом и спецжидкостями, с размещением щитков заправки и слива в местах, удобных для осуществления заправки и её контроля;
- ✓ использование встроенного контроля бортовых ФС, включая РТО и пилотажно-навигационное оборудование;
- ✓ техническая обеспеченность одновременного подключения всех средств наземного оборудования, необходимых для обслуживания при подготовке самолёта к полёту;
- ✓ применение контейнерной перевозки грузов с механизацией погрузочно-разгрузочных работ;
- ✓ приспособленность самолёта к ТО в ночное время.

Вместе с тем, в процессе ТО и Р самолётов в некоторых авиапредприятиях, были отмечены следующие недостатки, относящиеся к качественной оценке ТЭ большинства ВС:

сравнительно высокая трудоёмкость работ при замене двигателей из-за низкой технологичности операций;

не все технологические лючки имеют легкосъёмные крышки;

- ✓ для ТО ВСУ не предусмотрены специальные люки;
- ✓ на некоторых типах ВС затруднено снятие РН из-за отсутствия люков в несъёмных замках стабилизатора под опору приспособления;
- ✓ для замены жгутов металлизации требуется демонтаж элеронов и РВ;
- ✓ не предусмотрено приспособление для крепления страховочного пояса при ТО стабилизатора;
- ✓ ЗИП наземного оборудования не укомплектован угломером для проверки улов отклонения рулевых поверхностей;
- ✓ в ЭТД не на все агрегаты и узлы имеются иллюстрации, поясняющие их устройство и работу, а также отсутствуют монтажные схемы на некоторые ФС и пр.

Необходимо отметить- для количественной оценки ЭТ ВС используются обобщённые иединичные (частные) показатели.

Обобщённые показатели (ОП) характеризуют ЭТ с точки зрения затрат времени, труда и материальных средств на проведение ТО и Р ВС.

Единичные (частные) показатели характеризуют отдельные стороны ЭТ конструкции объекта эксплуатации.

Состав ОП для количественной оценки ЭТ ВС выбирается, исходя из принятых структур и совокупности показателей эффективности процесса технической эксплуатации (ПТЭ) ВС, которые вытекают из совокупности общепринятых показателей эффективности деятельности ГА в целом по направлениям: БП, регулярность вылетов, интенсивность использования и экономичность эксплуатации.

Например, с точки зрения БП показателем эффективности деятельности ГА будет наработка на отказ в полёте, а соответствующие ему показатели эффективности ПТЭ являются: общее число отказов в полёте на 1000 ч налёта ($К_{1000\ пол}$), число отказов в полёте, приведённых к инцидентам ($К_{1000\ ин}$) и др.

В целом, совокупность показателей эффективности ПТЭ даёт возможность определить соответствующую ей совокупность ОП ЭТ ВС, приведённую в таблице № 1.

Таблица 1

Показатели эффективности ПТЭ	Показатели ЭТ
Коэффициент использования **$К_и$**	Удельная оперативнаяпродолжительность-ТОиР**$К_{оп}$**
Коэффициент исправности**$К_{испр}$**	Удельная опер-я прод-тьТОиР в цикле восстановления **$К_{оп\ п}$**
Коэффициент техн-го использования **$К_{ти}$**	Удельная оперативнаяпродолжительность ТО и планового текущего ремонта в оперативномцикле **$К_{оп\ о}$**
Удельная суммарнаяпродолжительностьТОиР**$К_п$**	
Удельная продолжительностьТОиР в цикле восстановления **$К_{п.п}$**	
Удельная стоимость ТОиР**$С_{уд}$**	Удельная стоимость зап. частей и материалов, расходуемыхприпроведенииТОиР **$К_{оз}$**
Удельная стоимость зап. частей и матер-в, потребных для проведенияТОиР**$К_з$**	Удельная суммарнаяоперативнаятрудоёмкость-ТОиР**$К_{от}$**
Удельная суммарнаятрудоёмкостьТОиР**$К_т$**	Удельная оперативнаятрудоёмкостьТОиР в цикле восстановления **$К_{от.\ п}$**
Удельная трудоёмкостьТОиР в цикле восстановления **$К_{тп}$**	Удельная оперативнаятрудоёмкость ТО в оперативномцикле **$К_{от.\ о}$**
Коэффициент регулярности вылетов (с учётом ЗР по техническим причинам) **$Р_{тп}$**	Вероятность выполнения планового текущего ремонта за заданное время **$P(t \le t_з)$**
Коэффициент готовности **$К_т$**	Среднееоперативноевремяустранения отказа (восстановления) в оперативном цикле $t_у$
Среднеевремя плановой стоянки ВС в оперативномцикле **$t_{ст}$**	Интенсивность устранения отказов в оперативном цикле μ
Наименьшее время плановой стоянки ВС в транзитныхаэропортах**$t_{ст.\ м}$**	

Для определения ОП, как правило, используются единичные свойства конструкции ВС (доступность, легкосъёмность, взаимозаменяемость и др.), характеризуемые совокупностью таких частных показателей ЭТ, как коэффициенты: доступности $К_д$, легкосъёмности $К_л$, взаимозаменяемости $К_в$, контролепригодности $К_к$ и др.

Так, например, удельная суммарная оперативная продолжительность ТО и Р определяется выражением:

$$K_{ОП} = \frac{T_{мп} + T_{п} + T_{mЃM}}{T_{mЃ„o}} + \frac{T_{„M} \cdot \eta}{T_{mЃ„Ъ} \cdot (1 - жс_{Ъ})}, \quad (1)$$

где$Т_{ОП}$ и $Т_П$ - соответственно, суммарная продолжительность выполнения всех форм оперативного и периодического ТО;

$Т_{РЕС.Л}$ – межремонтный ресурс ВС, ч;

$Т_{РЕМ}$ - средняя продолжительность ремонта ВС, ч;

$Т_{СМ}$ - средняя продолжительность смены двигателя, ч;

$К_Д$ - коэффициент досрочных замен двигателей;

η - коэффициент внеплановых замен двигателей;

$$Т_{ОП} = t_{пр.п} \cdot n_{пр.п} + t_{к.с} \cdot n_{к.с} + t_{п.п} \cdot n_{п.п}, \quad (2)$$

$$Т_П = t_{ф1} \cdot n_{ф1} + t_{ф2} \cdot n_{ф2} + ...+ t_{фi} \cdot n_{фi}, \quad (3)$$

где$t_{пр.п}$, $t_{к.с}$, $t_{п.п}$ - средняя продолжительность оперативных форм ТО: предполётного, кратковременной стоянки и послеполётного;

$n_{ф1}$, $n_{ф2}$,$t_{ф3,}$ ... $n_{фi}$ – средняя продолжительность и общее число периодических форм ТО.

Среднее оперативное время устранения отказов

$$t_y = \sum_{i=1}^{k} q_i t_{yi} \ , \quad (4)$$

гдеq_i - условная вероятность отказа изделий i - той группы (ФС) ВС;

t_{yi} – среднее время устранения отказа изделия i - й группы;

k- число групп изделий (ФС) ВС;

$$q_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^{k} \omega_i}; \ t_{yi} = \frac{1}{r}\sum_{i=1}^{r} t_{yi} \ ,$$

где ω_i- параметр потока отказов изделий i - той группы;

r -число отказов изделий i -той группы;

t_{yi} – время устранения i-го отказа.

Вероятность выполнения непланового текущего ремонта за заданное время $t_з$ простоя ВС можно определить исходя из экспоненциального закона распределения времени текущего ремонта , то есть:

$$P_y\{t \le t_з\} = 1 - e^{\mu t_з} \ , \quad (5)$$

где$\mu = 1/t_y$ - интенсивность текущего ремонта.

Удельная суммарная оперативная трудоёмкость ТО и Р в человеко- часах на 1 час налёта определяется по формуле:

$$T_{ОТ} = \frac{T_{ОП} + T_{П} + T_{РЕМ.Л}}{T_{РЕС.Л}} + \frac{\left(T_{СМ} + T_{РЕМ.Д}\right)\cdot n_{Д}}{T_{РЕС.Д}\left(1 + K_{Д}\right)} + \sum_{i=1}^{N_{И}} \frac{T_{РЕМ.И_i}\cdot n_{Иi}}{T_{РЕС.И_i}\left(1 - K_{И_i}\right)} \ , \quad (6)$$

где$T_{ОП}$ и $T_{П}$ - суммарные трудоёмкости всех форм оперативного

и периодического ТО за $T_{РЕС..Л}$ [чел-ч];

$T_{РЕМ.Л}$, $T_{РЕМ.Д}$, $T_{РЕМ.И}$ – трудоёмкости ремонта ВС, двигателя и i - того изделия соответственно;

$T_{РЕС.Д}$, $T_{РЕС.\ И}$ – межремонтные ресурсы двигателя и i - того изделия соответственно;

$K_{Д}$,$K_{И\ i}$.- коэффициенты досрочных замен двигателя и i- того изделия соответственно;

$n_{Д}$ и $n_{И\ i}$ - число двигателей и изделий каждого типа на ВС, заменяемых в пределах $T_{РЕС.Д}$ и $T_{РЕС.Л}$;

$N_{И}$ - число типов изделий, заменяемых за $T_{РЕС.Л}$.

Удельная стоимость запасных частей и материалов, расходуемых при проведении ТОиР в рублях на 1 час налёта, определяется зависимостью

$$K_{ОЗ} = \frac{C_{О} + C_{РЕМ.Л}}{T_{РЕС.Л}} + \frac{C_{РЕМ.Д}\cdot n_{Д}}{T_{РЕС.Д}\left(1 - K_{Д}\right)} + \sum_{i=1}^{N_{И}} \frac{C_{РЕМ.И_i}\cdot n_{И_i}}{T_{РЕС.И_i}\left(1 - K_{И_i}\right)} \ , \quad (7)$$

где $C_{о}$ – средняя суммарная стоимость запасных частей и материалов расходуемых за $T_{РЕС.Л}$ (руб) при ТО;

$C_{РЕМ.Л}$, $C_{РЕМ.Д}$, $C_{РЕМ.И}$ - средняя стоимость запасных частей и материалов, расходуемых при ремонте ВС, двигателей и i - того изделия соответственно, руб.

Среднее значение трудовых затрат на текущий ремонт в оперативном цикле эксплуатации ВС определяется из выражения:

$$\overline{T}_{ТР} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_{Т.Р_i} \ , \quad (8)$$

гдеn - число отказов в оперативном цикле между двумя смежными формамипериодического ТО;

$T_{Т.Р\ i}$ - трудоёмкость устранения i - того отказа.

Единичные (частные) показатели выражаются в виде безразмерных коэффициентов, которые

должны быть близкими к единице.

Коэффициент доступности к объекту ТОиР

$$K_{д} = 1 - \frac{T_{ДОП}}{T_{ДОП} + T_{ОСН}} \quad , \tag{9}$$

где $T_{ДОП}$ - средняя трудоёмкость дополнительных работ, чел-ч;

$T_{ОСН}$ -средняя трудоёмкость основной работы, чел-ч.

Коэффициент легкосъёмности изделия

$$K_{Л} = 1 - \frac{\Lambda T_{дм}}{T_{дм}} \quad , \tag{10}$$

где $\Delta T_{дм}$ - отклонение трудоёмкости демонтажно-монтажных работ рассматриваемого изделия в сравнении с базовым показателем, чел-ч.

Коэффициент контролепригодности отдельных ФС и ВС в целом определяется по формуле:

$$K_{К} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{n_T} T_j K_j}{\sum_{i=1}^{n_И} T_i K_i + \sum_{j=1}^{n_T} T_j K_j} \quad , \tag{11}$$

где T_j , T_i - трудоёмкости разовогоконтроля j- того изделия, требующего обязательного демонтажа и i -того изделия, не требующего демонтажа с ВС, чел-ч;

n_T и $n_И$ - числа изделий (ФС), требующих и не требующих демонтажа с ВС, чел-ч; K_j и K_i - частота

контроля изделий требующих и не требующих демонтажа в течение $T_{РЕС.Л}$.

Коэффициент преемственностисредств наземного ТО ВС

$$K_{ПР} = 1 - \frac{C_{Н.О}}{C_{Н.О} + C_{С.О}} \quad , \tag{12}$$

где $C_{Н.О}$ и $C_{С.О}$ - стоимости комплектов нового и старого (имеющегося) оборудования, необходимого для ТОиР ВС данного типа.

При количественной оценке уровня ЭТ обычно дают относительную характеристику, основанную на сравнении совокупности показателей ЭТ оцениваемого объекта с соответствующей совокупностью эталонных (базовых) показателей. В качестве эталона может приниматьсяреально существующая конструкция или ТТ к ЭТ ВС.

За меру сравнения принимают относительные показатели β, определяемые, как

$$\beta_i = K_{iЭ}/K_i \tag{13}$$

или $\beta_i = K_i/K_{iЭ}$ (14)

гдеK_i , $K_{iЭ}$ - значения i - того показателя оцениваемого и эталонного.

Уровень ЭТ по основным показателям $K_{О.П}$, $K_{О.Т}$, $K_{О.З}$ оценивается по выражению (13), так как увеличение значения этого показателя указывает на улучшение ЭТ.

Оценку уровня ЭТ по вероятностным показателям вида $P_У\{t \le t_З\}$ и всем единичным показателям (за исключением легкосъёмности) следует выполнять по выражению (14), так как в этом случае улучшение ЭТ происходитпри увеличении значения β. Положительная оценка даётся в тех случаях, когда $\beta_i \ge 1$, а отрицательная, когда $\beta_i < 1$.

Очевидно, что все приведённые выше зависимости для оценки и анализа ЭТ ВС выстраданы и, как говорится «написаны кровью». Так вот, чтобы они выполнялись чернилами, а не кровью, нужно, в погоне за прибылью, выискивать резервы в операциях по проводимому ТО и Р, которые позволят и выполнить качественно ТО и не повысить расходы на его проведение и, главное, не уронить уровень безопасности полетов.

9.3. АНАЛИЗ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Дефекты в конструкциях из ПКМ можно разделить на производственные (связанные с изготовлением изделия) и эксплуатационные (появившиеся в процессе эксплуатации). Процесс возникновения дефектов может сопровождать весь цикл производства изделий из ПКМ, что приводит к значительным затратам на дефектоскопию и контроль всех этапов жизненного цикла изделия. В общем виде дефекты можно разделить на поверхностные и внутренние. Для ПКМ наиболее характерными и опасными, в связи с трудностью их выявления, являются внутренние дефекты.

Микродефекты, статистически распределенные по объему материала и сопоставимые с размером армирующих волокон. Данные дефекты в основном относятся к характеристикам компонентов композиционного материала. Для армирующих материалов к этим дефектам относится прорыв отдельных волокон, наличие трещин на поверхности волокна, постоянство диаметра волокон. Параметры связующего могут приводить к различным по уровню дефектам, при этом на процесс влияют такие физические свойства как содержание влаги, вязкость смолы, наличие посторонних включений и т.д.

Минидефекты – размеры сопоставимы с толщиной элементарного слоя и связаны с технологическими процессами изготовления конструкции и характеристиками материалов (нарушение адгезионного взаимодействия, неравномерное распределение связующего, обрывы волокон, поры и т.д.), которые могут выступать в качестве концентраторов напряжений и приводить к появлению макродефектов. К основным параметрам, которые влияют на качество конструкции при формовании изделия относятся температура формования, давление, состав и свойства связующего, температура и время охлаждения. Так же уровень технологических дефектов в виде пористости засвисти от подготовки и типа связующего, наличия дренажа во время пропитки и т.д.. Для каждого типа технологического процесса могут быть свойственны конкретные типы дефектов, которые можно в том числе характеризовать как свойство данного технологического процесса, влияющего на выходные характеристики конструкции, и в данном случае отработка может сводится исключительно к минимизации их количества. Механообработка, применяемая после изготовления изделия, может приводить к появлению микротрещин, локальному выдергиванию волокон и выкрашиванию связующего, что формирует дополнительные концентраторы напряжений в местах обработки. Параметры технологического процесса отрабатываются на этапе выборе материала и технологического процесса и значительно влияют на уровень дефектов и прочностные характеристики итоговой конструкции.

Макродефекты – к ним относятся дефекты типа отслоений, непроклеев и трещин, значительно влияющих на прочностные свойства конструкции и в общем не допустимых для конструкции. Этот тип дефектов может возникать на различных этапах жизненного цикла изделия и проявляться как на этапе производства конструкции, так и на этапе эксплуатации. На этапе производства их возникновение может свидетельствовать о несовершенстве или значительных отклонениях в технологическом процессе.

К значительным дефектам может приводить ударные воздействие, воздействие влаги, УФ-излучения, значительные температурные или силовые воздействия. Эти факторы приводят к деградации свойств матрицы, развитии или образованию трещин в поверхностном и приповерхностном слое или внутри ПКМ.

Большинство дефектов в композиционных конструкциях носят внутренний характер и не определяются путем визуального осмотра. Полноценный контроль конструкций из ПКМ возможно осуществить только с применением

Неразрушающих методов контроля (НК).

Необходимость применения неразрушающих методов контроля в том числе при лабораторной отработке и испытаниях элементарных образцов обусловлена невозможностью определить момент начала разрушения визуально, так как в отличии от металлов процесс разрушения может начаться внутри материала (для металлов характерно развитие поверхностных трещин).

На рис.2 представлены этапы промежуточного контроля качества при производстве изделия из ПКМ. Выполнение всех элементов контроля позволяет выявлять отклонения от серийного процесса

изготовления и своевременно реагировать на возможные отклонения и оперативно устранять возможные отклонения. Такой подход значительно усложняет процедуру изготовления детали, но при этом позволяет значительно снизить объем бракованных деталей.

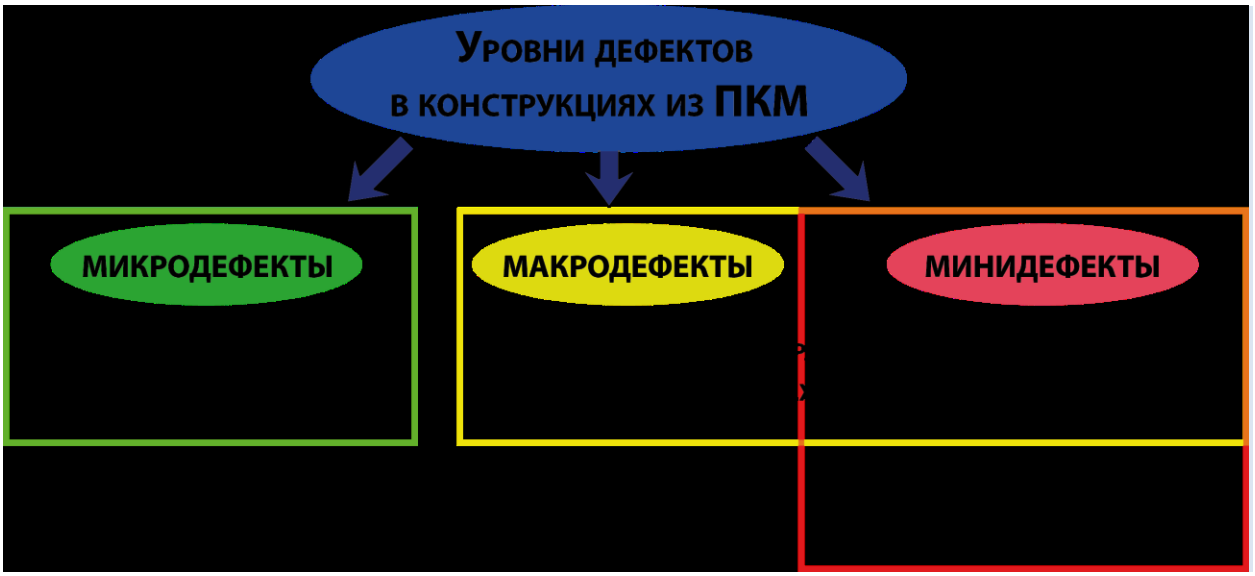


Рис.1. Уровни дефектов в конструкциях их ПКМ

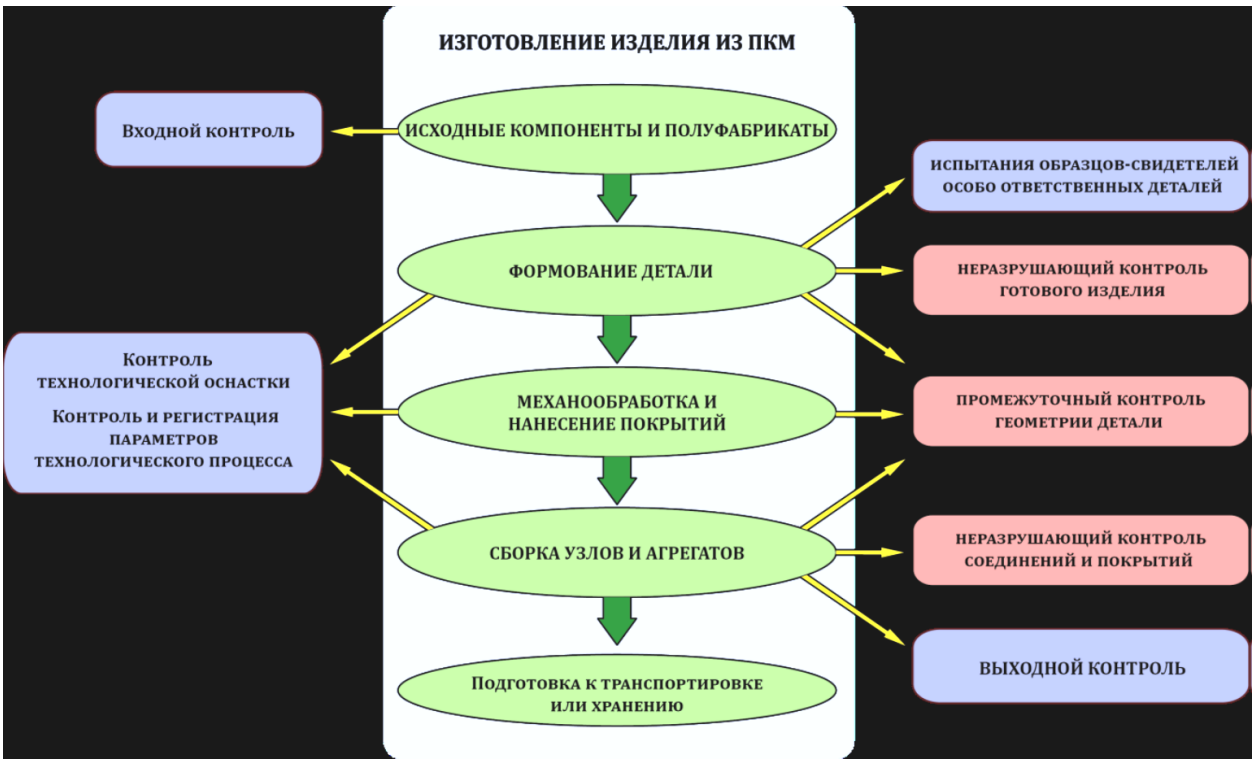


Рис. 2. Контроль качества изготовления на различных этапах технологического процесса

На стадии научно-исследовательский и опытно-конструкторских работ по созданию новых изделий методы НК применяются для решения следующих основных задач:

1) для получения необходимых данных, подтверждающих правильность выбранных решений;

2) для сокращения времени и объемов, необходимых для исследований;

3) для отбора материалов и оборудования, обеспечивающих получение продукции необходимого качества с минимальными затратами.

Наиболее распространенными методами контроля, применяемыми для исследования и контроля ПКМ, являются визуальный контроль, спектральная интерфометрия, акустические методы контроля, акустическая эмиссия и методы вычислительной рентгеновской томографии. При этом используемые методы контроля могут применяться как по отдельности, так и в комплексе, но увеличение количества применяемых методов контроля приводит к снижению производительности и повышении стоимости итогового изделия. Многие методы контроля, применяемые для традиционных материалов, не применяются или ограниченно применяются для ПКМ в связи со значительными отличиями в структуре и превалированием внутренних дефектов.

На базе традиционных требований к неразрушающим методам контроля были сформированы следующие критерии на базе которых определялся применяемый метод дефектоскопии:

1. Высокая точность определения состояния структуры материала и изделия.
2. Возможность повторного однозначного определения контролируемого сечения.
3. Наличие количественной информации, на основе которой можно провести анализ.
4. Возможность контроля композиционного материала с учетом структурных особенностей.
5. Возможность проведения контроля в труднодоступных местах (при работе на испытательной установке) или возможность контроля крупногабаритных изделий (сканирование вместе с испытательным оборудованием).
6. Отсутствие необходимости разработки специальных методов работы с оборудованием.

Несмотря на значительное распространение визуальных методов контроля, они позволяют определять только поверхностные дефекты конструкции, что позволяет их применять только для значительных повреждений. Наибольшее распространение данные методы получили на этапах эксплуатации авиационной техники, как наименее затратные по времени и необходимому оборудованию.

Акустические методы контроля,благодаря удобству использования и мобильности составляют порядка 60% по отношению к другим методам НК, применяемым в аэрокосмической отрасли для изделий из ПКМ. Данный метод базируется на прохождении звуковых волн высокой частоты внутри материала. Для ПКМ, из-за значительного затухания колебаний используется частота колебаний не ниже 1 МГц, при этом снижение частоты уменьшает разрешающую способность и чувствительность контроля, а повышение частоты ограничивает глубину прохождения излучения, что может быть критично для особоответственных конструкций, где толщина материала может составлять десятки миллиметров.

Одним из преимуществ данного метода является его универсальность - он может применяться на различных этапах жизненного цикла. Возможно различное исполнение ультразвуковых дефектоскопов – мобильные, на автоматизированной платформе или лабораторные. Автоматизированные системы обладают достаточно высокой скоростью исследования с возможностью автоматического определения недопустимых дефектов. Лабораторные ультразвуковые установки обладают низкой скоростью исследования, одновременно с этим обеспечивая высокое разрешение итогового изображения.

Методы спектральной интерфометрии построены на основе измерения и анализа поверхностных деформаций. Типичными видами нагружения являются тепловое или вакуумное нагружение. После воздействия нагрузки и создания НДС поверхность объекта засвечивают излучением, отражающимся на CCD-камеру, оснащенной «сдвигающей оптикой», которая проецирует изображение на камеру дважды. Такая система позволяет проводить поиск подповерхностных дефектов, если они влияют на деформационное поведение. За счет применения нагрузки небольшой интенсивности данный метод не меняет структуру материала и позволяет контролировать определённую зону объекта. Подбор типа и длительности нагружения производят экспериментально, с последующей оптимизацией для конкретной конструкции. Как и для большинства методов НК предварительными работами при серийной эксплуатации данной системы является формирование базы данных с типовыми дефектами, что значительно повышает эффективность определения конкретного дефекта.

Данная база может быть сформирована на образцах с заложенными дефектами. К недостаткам данного метода стоит отнести невысокую глубину исследования материала, при этом метод может выполняться как в ручном (мобильном) варианте, так и использоваться для автоматизированного контроля.

Процедура проектирования конструкций из ПКМ носит итерационный характер, связанный с совместным определением прочностных характеристик, выбором конструктивно-технологических решений и компонентов итогового материала. Одновременно с этим для ПКМ характерно развитие внутренних повреждений структуры материала на различных этапах жизненного цикла. Их выявление требует большого объема затрат на проведение контроля и значительного количества испытаний на всех этапах разработки новой конструкции. Наиболее остро данная проблема проявляется при переходе к созданию из ПКМ особоответственных конструкций, к которым предъявляются повышенные требования.

9.4. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЖИВУЧЕСТИ КОНСТРУКЦИИ САМОЛЁТА

Конструкцию называют безопасной в эксплуатации, если требуются минимальные проверка и ремонт при удовлетворительном выполнении основных функций. Удовлетворительное выполнение означает незначительную вероятность разрушения конструкции для самолетов гражданской авиации или приемлемо низкую вероятность разрушения для военных самолетов. Безопасность пассажиров и экипажа самолетов гражданской авиации имеет первостепенное значение. Методики расчета конструкций, надежных в эксплуатации, разработаны главным образом для самолетов гражданской авиации.

Современный самолет имеет конструкцию полумонококового типа, состоящую из тонкостенных листов, подкрепленных балками (фермами) и стрингерами для предотвращения потери устойчивости. Внешняя обшивка или стенка образует аэродинамический контур агрегата - фюзеляжа, крыла, стабилизатора. Элементы жесткости крепятся к внутренней поверхности обшивки и воспринимают сосредоточенные нагрузки. Эта конструкция в течение многих лет служила основным объектом аэродинамических исследований и существенно отличает аппараты от обычных строительных конструкций.

Необходимый срок службы самолета гражданской авиации определяют исходя из всесторонних экономических соображений. Он составляет 10-15 лет. Конструктор прежде всего пытается обеспечить более длительную эксплуатацию самолета без образования трещин. Для этого он применяет разработанную методику расчета, с помощью которой сводит к минимуму концентрацию напряжений и старается удержать напряжения на возможно низком уровне, исходя из требований, предъявляемых к летным характеристикам. Для деталей, которые трудно ремонтировать или заменять, конструктор может попытаться обеспечить требуемую долговечность без образования трещин, равную сроку службы самолета. Для многих конструкций это невыполнимо. Кроме того, существует риск повреждения конструкций обслуживающим транспортом, камнем на взлетной полосе и разрушающимися деталями пропеллера или двигателя.

Одно из современных средств повышения надежности конструкций при одновременном увеличении ресурса, снижении материалоемкости и улучшения экономической эффективности - проектирование и определение продолжительности эксплуатации по принципу безопасного повреждения. При этом учитывается наличие в элементах конструкций начальных металлургических и технологических дефектов и образование в них трещин по мере накопления эксплуатационных повреждений.

Разработка и внедрение принципа безопасного повреждения возможны только при применении методов механики разрушения. Определение напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, содержащих дефекты типа трещин, является наиболее ответственным и сложным этапом расчета на прочность. В соответствии с общепринятыми представлениями напряженно-деформированное состояние тела с трещиной полностью характеризуется величинами коэффициента интенсивности напряжений. На их предварительном определении основаны практически все известные в настоящее время критерии хрупкого и квазихрупкого разрушения, а также зависимости, описывающие рост усталостных трещин.

Понятие «безопасных повреждений» относится к конструкции, спроектированной таким образом,

чтобы минимизировать возможность выхода самолета из строя из-за распространения не выявленных дефектов, трещин или других подобных повреждений. При производстве конструкций, в которых допускаются какие-либо повреждения, приходится решать две основные проблемы. Эти проблемы состоят в обеспечении контролируемого безопасного роста дефектов, т. е. безопасной эксплуатации с трещинами, и в принудительном сдерживании повреждаемости, вследствие чего должны быть обеспечены либо остаточная долговечность, либо остаточная прочность. Основное положение, на котором базируется концепция безопасного повреждения, состоит в том, что дефекты всегда существуют, даже в новых конструкциях, и что они могут оставаться необнаруженными. Таким образом, первое условие допустимости дефекта представляет собой условие того, что любой элемент конструкции, включая все дополнительные звенья для передачи нагрузки, должен допускать безопасную эксплуатацию при наличии трещин.

Важнейшим элементом принципа безопасной повреждаемости становится период времени, в течение которого может быть обнаружена трещина. В силу различных случайностей вероятность обнаружения трещины при осмотре нестабильна. Иногда обнаруживаются едва видимые трещины в наиболее удаленных зонах конструкции и в то же время могут быть пропущены весьма крупные трещины в других местах.

Принцип безопасной повреждаемости конструкции воздушных судов обусловил необходимость более широкого применения методов не разрушающего контроля технического состояния всех функциональных систем. Возможности различных методов неразрушающего контроля для обнаружения усталостных трещин. Методы неразрушающего контроля постоянно совершенствуются.

Особенность усталостного разрушения - отсутствие деформаций в зоне разрушения. Подобные явления наблюдаются даже в таких материалах, как мягкие стали, которые высоко-пластичны при статическом разрушении. Это опасная особенность усталостного разрушения, поскольку отсутствуют признаки, предшествующие разрушению. Зарождающиеся усталостные признаки обычно очень мелкие и их трудно обнаружить, пока они не достигнут макроскопического размера. Далее они быстро распространяются и за короткий промежуток времени наступает полное разрушение. Таким образом, своевременное обнаружение усталостных трещин - сложная задача. Наиболее часто усталостные трещины зарождаются в зоне изменения формы или дефектов поверхностей деталей.

Такие дефекты, а также малое изменение рабочего сечения деталей не влияют на статическую прочность, так как пластическая деформация снижает влияние концентрации напряжений. В то же время при усталостном разрушении деталей пластические деформации, как правило, невелики, вследствие чего снижения напряжений в зоне концентрации не происходит и учет концентрации напряжений имеет существенное значение, поэтому важно при проектировании деталей, работающих в условиях переменных нагрузок, сделать их более легкими и безопасными в отношении усталостного разрушения.

Таким образом, к факторам, влияющим на сопротивление усталости, относят: концентраторы напряжений, размеры деталей, относительное значение статических и циклических нагрузок, а также коррозию, особенно коррозию трения, которая является результатом небольших повторных перемещений двух контактирующих поверхностей.

Усталостные разрушения обычно обусловлены многими тысячами или миллионами циклов нагружения. Однако они могут возникать и после сотен или даже десятков циклов.

Следовательно, критерий прочности самолета, утверждающий недопустимость образования трещин, неверен для конструкции в целом, поскольку в условиях длительной эксплуатации самолетов практически невозможно избежать усталостных трещин в отдельных ее элементах. Необходимо вовремя обнаружить трещины и не допустить их дальнейшего развития за предельно допустимые размеры.

Таким образом, прочностной ресурс воздушного судна следует определять на основе критерия прочности, учитывающего интенсивность зарождения и развития трещин для конструкции в целом и в элементах, которые не приводят к катастрофическому исходу.

Существует концепция, по которой считается, что в течение 30 мин. 101 л. ч должна обеспечи-

ваться безопасность, а далее до 60 * 103 л. ч - эксплуатация обеспечивается за счет свойства живучести конструкций.

Напомним, что под живучестью ВС или его функциональных систем понимается свойство, обеспечивающее нормальное выполнение заданных функций в полете (или полетах) с отдельными неисправностями или повреждениями их элементов или узлов. Она обеспечивается наличием резерва, специфическими конструктивными решениями, благоприятствующими достаточно медленному развитию повреждения и достаточной прочности при наличии неисправности, легкодоступностью для обнаружения повреждения и объективным контролем, если это возможно.

Опыт показывает, что в процессе длительной эксплуатации износы узлов, усталостные и коррозионные повреждения являются наиболее массовыми неисправностями.

Усталостные трещины приводят к уменьшению прочности конструкции и определяют ее прочностную надежность. Поэтому при проектировании необходимо предусмотреть соблюдение следующих условий: развитие и распространение трещины в элементах конструкций должно быть настолько медленным, чтобы остаточная статическая прочность при развитии трещин до размеров ее визуального обнаружения была достаточна для безотказной эксплуатации ВС без ограничений.

Безотказность, долговечность закладывается при проектировании ВС, обеспечивается на производстве и поддерживается в процессе эксплуатации. Для АТ долговечность определяется из условия безопасности полета и целесообразности ее дальнейшего применения исходя из сравнительной эффективности и возможности замены более совершенными образцами. При проектировании изделий АТ учитывают возможные нагрузки во время эксплуатации, режимы работы; выбирают соответствующий материал для деталей, методы технологической обработки. Для элементов, работающих в условиях трения, подбирают материалы, наиболее износостойкие в предполагаемых условиях работы, и т. д.

Долговечность как свойство конструкции зависит от многочисленных факторов, которые можно разделить на прочностные, эксплуатационные и организационные.

Прочностные включают в себя конструкторские, производственные, технологические, нагрузочные и температурные факторы. Среди них: концентраторы напряжения в элементах конструкции и остаточные напряжения, возникающие при несовершенной технологии и за счет пластических деформаций при сборке узлов и ремонте; свойства материалов и их изменение во время эксплуатации, в том числе начальная статическая прочность; предел усталости; коэффициент интенсивности напряжений для разрушений типа отрыва и сдвига.

9.5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ САМОЛЕТА

Топливная система самолета обеспечивает:

- заправку самолета топливом и хранение запаса топлива на самолете в его баках;
- подачу топлива к двигателям и к ВСУ;
- перекачку топлива межбаковую и внутрибаковую;
- аварийный слив топлива в воздухе;
- слив топлива на земле;
- дренаж топливных баков;
- контроль за количеством и расходом топлива, управление работой агрегатов топливной системы и контроль за их работой.

Топливная система включает: баки, трубопроводы, насосы, краны, клапаны, приборы измерения и контроля.

Самолет имеет семь баков-кессонов (рис. 3). Баки 1, 2, 3, 4, из которых топливо подается к соответствующим двигателям 1, 2, 3, 4, называются основными. Из бака 1А топливо поступает в бак 1 и далее к двигателю 1, из бака 4А топливо поступает в бак 4 и к двигателю 4. Бак 5 является дополнительным, и топливо из него перекачивается во все основные баки.

Максимальное количество топлива, заливаемое в баки (на самолетах с бортового №86011), следующее: в баки 1А и 4А — по 3420 л; в баки 1 и 4 — по 13 060 л; в баки 2 и 3 — по 19 680 л; в бак 5 —-41

800 л; всего в баки самолета можно залить 114 800 л (88 400 кг).

Невырабатываемый остаток топлива при работающих насосах составляет около 1080 л, а при питании двигателей самотёком — примерно 5000 л. Несливаемый остаток — около 630 л (520 кг).

Баки 1, 2, 3, 4 имеют предрасходные и расходные отсеки. Расходные отсеки расположены внутри предрасходных и сообщаются с ними через отверстия перелива, расположенные сверху, и противоотливные клапаны, расположенные снизу. Предрасходные отсеки сообщаются с остальной частью бака также через отверстия перелива и противоотливные клапаны.

В состав топливной системы самолета входят следующие агрегаты:

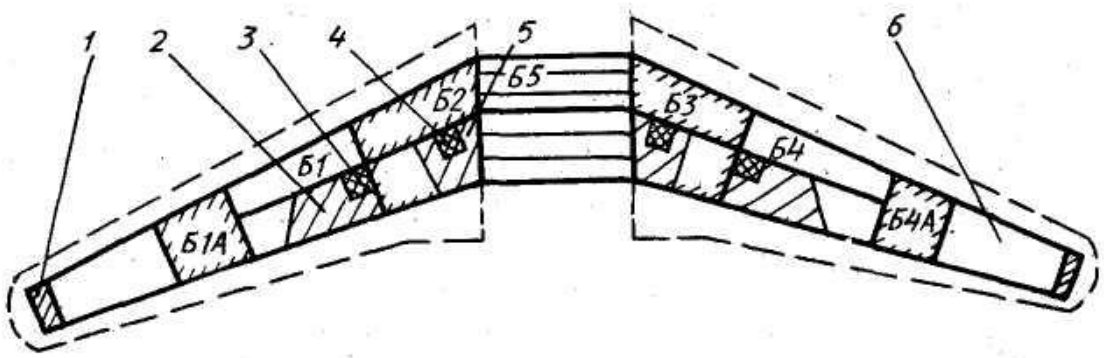


Рис.3. Расположение баков на самолете:

1 — дренажный бак; 2 — предрасходный отсек 3600 л; 3 — расходный отсек 500 л; 4 — расходный отсек 530 л; 5—предрасходный отсек 3700 л; 6 —«сухой» отсек

1. Центробежные топливные насосы подкачки и аварийного слива ЭЦНГ-40-2 со шнековым преднасосом — 14 шт. Насосы требуют питания переменным током 200 В 400 Гц. Максимальная производительность насоса до 27 000 л/ч, максимальное давление подачи—150...170 кПа (1,5...1,7 кгс/см2). Насосы подкачки установлены в чашах с устройством, позволяющим снимать насос без слива топлива из бака. Насосы аварийного слива таких устройств не имеют.

2. Центробежные подкачивающие насосы ВСУ типа ЭЦН-40—

2 шт. Электродвигатели насосов питаются постоянным током 27 В.

3. Струйные насосы СН-6 — 4 шт.; СН-11 —4 шт.; СН-12 —

22 шт.; СН-13 — 2 шт. Насосы различаются по своей производительности.

4. Перекрывные краны 771300 — 7 шт. (четыре перекрывных и три кольцевания). Электромеханизм крана МПК-13А5-2 питается постоянным током 27 В, как и остальные типы кранов.

5. Перекрывной кран ВСУ 768600МА — 1 шт.

6. Краны 770100-2 — 4 шт. (два главных крана заправки и два главных крана аварийного слива). В отличие от других кранов, они, вместе со своими электромеханизмами, установлены внутри трубопроводов и находятся в потоке топлива.

7. Краны 772200—15 шт. (внутрибаковые краны заправки— 7 шт., внутрибаковые краны аварийного слива — 6 шт., краны перелива топлива—-2 шт.).

Краны 771300, 772200 установлены на стенке заднего лонжерона таким образом, что сам кран находится внутри бака, а его электромеханизм — снаружи. Все трубопроводы проложены внутри баков.

8. Краны слива топлива 604700-1 —5 шт. Установлены по одному на каждом двигателе, и один — на сборнике бака 5.

9. Нажимные краны слива конденсата 590200 — 22 шт. Установлены на нижних панелях кессона всех баков, кроме бака 5.

10. Поворотные краны слива конденсата 638700А — 6 шт.

Пять кранов установлены в баке 5, шестой — на трубопроводе подвода топлива к ВСУ.

11. Гидравлические краны заправки 584000—7 шт.

12. Поплавковые клапаны заправки 741400, работающие совместно с гидравлическими кранами

заправки и управляющие ими,—7 шт. Установлены по одному в каждом баке.

13. Краны 768670М с ручным управлением — 2 шт.

Установлены перед насосами ВСУ. В открытом положении рукоятка крана направлена в сторону.

14. Бортовые штуцера заправки — 4 шт. Стандартного типа, выполнены по ОСТ 1.11320—74. Установлены в двух нишах

в обтекателе правой опоры между шп. №47 и 50.

15. Клапаны двойного действия— 2 шт.

Представляют комбинацию вакуумного клапана, открывающегося при отрицательном перепаде давления 7,8 кПа (0,08 кгс/см2), и предохранительного клапана на 880 кПа (8,5—9,0 кгс/см). Установлены в трубопроводе на участке между штуцерами заправки и главными кранами заправки и закреплены на передней стенке отсека правой опоры. При откачке топлива из шлангов после заправки вакуумный клапан впускает атмосферный воздух в трубопровод. Предохранительный клапан открывается и сливает часть топлива из трубопровода, если оно не было откачано и нагрелось при стоянке самолета.

Список литературы

1. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М., Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов. Изд-во «Транспорт».2006.

2. Воздушный Кодекс Российской Федерации. - М.: Авиаиздат, 1997 г.

3. Руководство по летной годности. Том 1 и 2, ИКАО, 2001 г.

4. Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории. - М.: МАК, 1993 г.

5. АкоповГ.Л., Овчаров П.Н., СтупаковВ.Я., БиндусВ.А.Гражданская авиация: воздушные суда, двигатели, информационные технологии (учебное пособие).СКНЦ ВШ ЮФУ – Ростов-на-Дону, 2012, - 240с.

6. Ступаков В.Я. Зависимость обслуживания авиатехники от случайных факторов 2013 г. «Гражданская авиация: вчера, сегодня, завтра» (Авиатранс 2013), Матер. н. -практ. Конф. Ростовского филиала МГТУ ГА.256 стр.2013 г.

7. Ступаков В.Я. Прогнозирование технического состояния авиатехники с использованием параметров потока отказов « Инновационные процессы в современном мире» (Иннофорум – 2016). Материалы н.- практич. Конф. Ростовский филиал МГТУ ГА, Сочи-Ростов.411 стр.2016 г.

8. Алентьев А.Ю. Связующие для полимерных композиционных материалов/ Алентьев А.Ю., Яблокова М.Ю. - М.: МГУ, 2010.

9. Бакулин В.Н. Методы повышения качества изготовления изделий из полимерных композиционных материалов на основе применения компьютерной томографии как метода неразрушающего контроля/ Бакулин В.Н., Ларин А.А., Резниченко В.И. // Инженерно-физический журнал. - 2015. - Т. 88, № 2. - с.534-538.

10. Бакулин В.Н. Методы повышения качества изготовления изделий из полимерных композиционных материалов на основе применения компьютерной томографии как метода неразрушающего контроля / Бакулин В.Н., Ларин А.А., Резниченко В.И. // Инженерно-физический журнал. - 2015. - Т. 88, № 2. - с.534-538.

11. Биндус В.А., Овчаров П.Н.Экспериментальная установка для исследования несущей способности моделей корпусов летательных аппаратов. Инновационные аспекты развития гражданской авиации «АвиаТранс- 2016»: материалы межд.науч.-практ. Конф.,31 марта-1 апреля 2016 Мос. Гос. Тех. Ун-т ГА РФ – Ростов-на-Дону, 2016.

12. Биндус В.А., Овчаров П.Н. Производственные процессы технического обслуживания в условиях возможной реализация опасностей факторов производственной среды. Инновационные процессы в современном мире (иннофорум-2016) Материалы международной научно-практической конференции. 2016

УДК 66.045.3

ГЛАВА 10. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МИКРОСФЕР

СЕМЕНОВ АЛЕКСАНДР ЕВГЕНЬЕВИЧ
ПУТИЛИН СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ,
к.т.н., доценты,
ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет

Аннотация: Получены экспериментальные данные зависимости коэффициента теплопроводности теплоизоляционных покрытий на основе микросфер от значения температуры. Экспериментальным путем уточнены диапазоны работоспособности обследованных материалов. Представлены многофакторные расчетные данные зависимости толщины покрытия с целью быстрой ее оценки. Лабораторные исследования подтверждены натурным экспериментом.
Ключевые слова: Теплоизоляция, микросферы, экспериментальные данные

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THERMAL INSULATION COATINGS BASED ON MICROSPHERES

Semenov Alexander Evgenievich,
Putilin Serjey Anatolievich

Abstract: The obtained experimental dependences of thermal conductivity coefficient of thermal insulation coatings based on microspheres from the temperature. Experimentally clarified the ranges of efficiency of the examined materials. Presents multivariate estimates of the dependence of the thickness of the coating for rapid assessment. Laboratory tests confirmed by field experiment.
Key words: Insulation, microspheres, the experimental data

Состояние рынка теплоизоляционных материалов в настоящее время можно назвать революционным. Представлено множество новых материалов и новейших технологий, как изготовления материалов, так и их нанесения на защищаемую поверхность. Особый интерес представляют теплоизоляционные покрытия на основе микросфер. По данным производителей, изоляционные микросферы снижают теплопередачу за счет преломления, отражения и рассеяния инфракрасного излучения, следствием чего является снижение накопления тепла и теплопередачи. В состав названных покрытий входят следующие компоненты: перлит, кварц, окись цинка, двуокись титана, аммиак, вода, бутадиен-стирольный латекс, акриловые полимеры и другие вещества. Связующим элементом для микросфер является совокупность неорганических и органических веществ, окисленный петролатум и микрокристаллический парафин в растворе, и другие связующие вещества. Смолы, лежащие в основе, обладают высокими антикоррозионными свойствами и обеспечивают нейтрализацию различных кислотных и щелочных сред, которые могут попадать на покрытие. В то же время описываемые покрытия обладают превосходным электрическим сопротивлением и очень низкой паропроницаемостью; сопоставимы с

ПВХ, Тефлоном, Полиэтиленом, Бакелитом, Нейлоном и Плексигласом. Герметизируют краску на основе свинца, асбеста и предупреждают коррозию. При этом, комплексное соединение обладает высокой полярностью и формирует превосходные соединения с металлами, содержащими или не содержащими железо.

Следует отметить такой факт, как способ нанесения покрытий. Производители предлагают, как нанесение с помощью кисти, так и напылением (см. рис. 1 – фото с сайтов: http://termogurus.ru/zhidkoe-teploizolyacionnoe-pokrytie.html; и http://stroitel5.ru/osobennosti-naneseniya-zhidkojj-teploizolyacii.html). Указанное свойство значительно сокращает затраты для выполнения теплоизоляции на оборудовании и трубопроводах. Кроме того, внешний вид оборудования имеет привлекательный вид (см. рис. 2 – фото с сайта: http://krovlya-stroy.perm.ru/content/zhidkii-keramicheskii-uteplitel-thermal-coat) и, что немаловажно, негорючесть.

Рис. 1. Нанесение покрытия с помощью кисти и пульверизатором

Рис. 2. Внешний вид теплоизолированных трубопроводов и фасада (второй этаж) здания

Описать все положительные свойства теплоизоляционных покрытий на основе микросфер не представляется возможным потому, что каждое из предлагаемых промышленностью покрытий выполнено из своего материала, обладает уникальными свойствами, предназначенными для узкого применения; точнее, для применения в узком диапазоне изменения тех или иных параметров.

Исследования по теплопередаче микросфер опубликованы в работах [1-7].

10.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Выделение из множества теплоизоляционных материалов на основе микросфер таких покрытий, которые можно было бы использовать для защиты оборудования и трубопроводов, а также стен помещений от теплопотерь при низкой (до минус 50 °С) и высокой (до 200 °С) температуре технологической среды технических устройств, эксплуатируемых на химически опасных объектах, где возможно воздействие на теплоизоляцию со стороны технологической среды, а именно: аммиака, фреона, пропана, бутана, метана, углекислоты, а также перегретого («острого») пара воды. При этом, изолированное оборудование может находиться, как в помещении, так и на открытой площадке (при воздействии различных переменных климатических условий).

10.2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования выбраны следующие материалы: Thermal Coat фирмы Capstone Manufacturing LLC; Metal Shield (США); Изолат (РФ); покрытия марок W70, 100, 125, 250 и G250 (РФ); Изотерм-1 и Термо-6/7 фирмы ООО НПО «АстраИзол» (РФ).

10.3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

10.3.1. Микроскопическое исследование покрытия

Для микроскопического исследования использовался микроскоп марки «Метам Р-1» при 317-кратном увеличении. Для тарировки микроскопа при измерении использовался объект-микрометр с ценой деления 10 мкм. Для измерения размеров микросфер использовался окуляр с ценой деления шкалы 1 мкм. Краска состоит из микросфер, наполненных газом. При наблюдении в микроскоп измерялся диаметр микросфер, их количество и расстояние между ними. На рис. 3 приведены результаты измерений количества микросфер в краске от размера микросфер, а на рис. 4 приведены результаты расчёта относительного объёма микросфер по размерам.

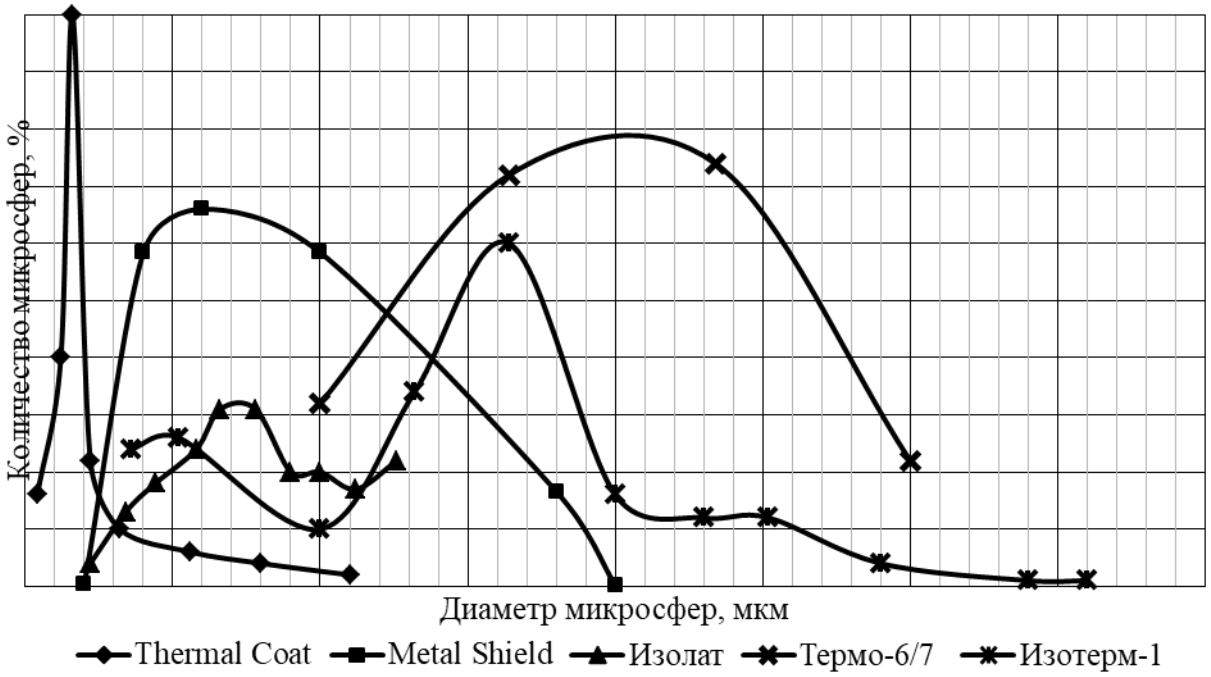


Рис. 3. Зависимость количества микросфер от размера микросфер в краске

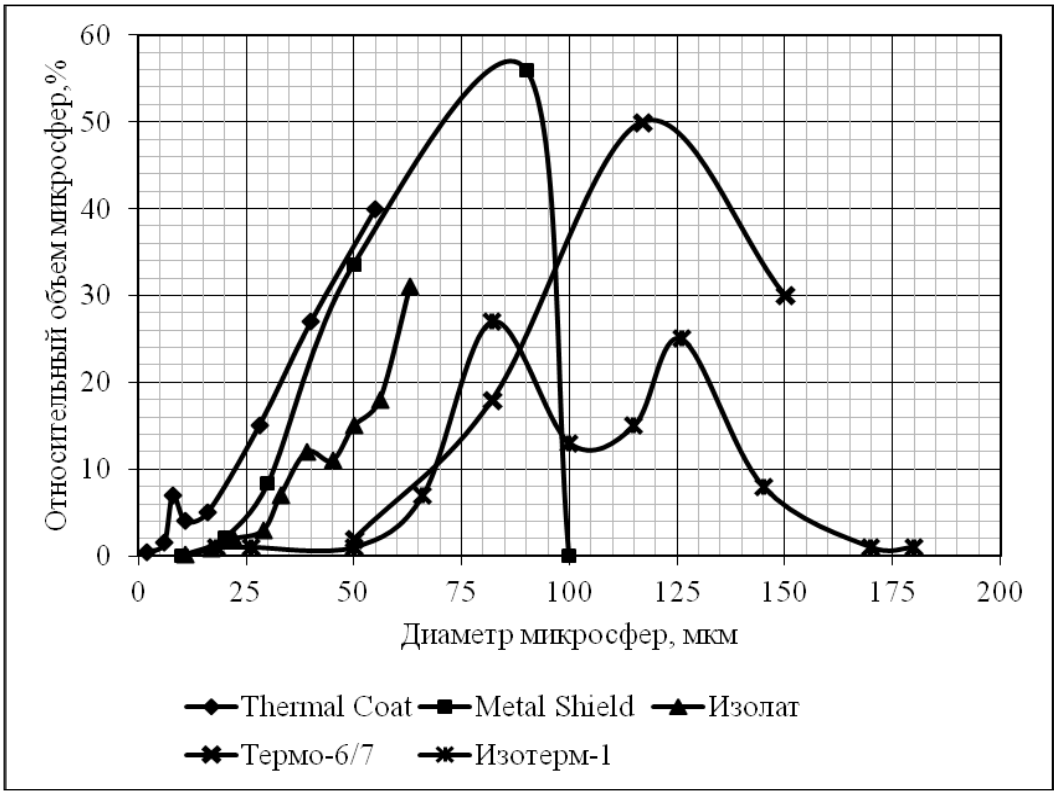


Рис. 4. Зависимость относительного объёма микросфер от размера микросфер в краске

Микросферы в краске Thermal Coat были прозрачными, и размер их колебался в пределах от 2,8 мкм до 55,5 мкм, а расстояние между пузырями от 1 мкм до 2 мкм. Толщина стенок микросфер, определённая по разрушенным микросферам, составляла менее 1 мкм. Наибольшее количество микросфер (82%) наблюдается в диапазоне размеров микросфер 5,5-11,1 мкм, а наибольший объём (83%) в диапазоне размеров микросфер 27,8-55,5 мкм. Среднеобъёмный диаметр микросферы равен 32,3 мкм.

Микросферы в краске Metal Shield состояли из двух типов микросфер до 50 мкм сферы прозрачные, а более 50 мкм сферы мутные белые. Размер микросфер колебался в пределах от 10 мкм до 100 мкм. Толщина стенок микросфер, определённая по разрушенным микросферам, составляла менее 1 мкм. Наибольшее количество микросфер (91,7%) наблюдается в диапазоне размеров микросфер 20-50 мкм, а наибольший объём (89,5%) в диапазоне размеров микросфер 50-90 мкм. Среднеобъёмный диаметр микросферы равен 69,8 мкм.

Краска Изолат содержит стеклянные микросферы, наполненные газом. Размер микросфер колебался в пределах от 11 мкм до 62 мкм. Толщина стенок микросфер, определённая по разрушенным микросферам, составляла около 0,2 мкм. Наибольшее количество микросфер (61%) наблюдается в диапазоне размеров микросфер 25-45 мкм, а наибольший объём (87%) в диапазоне размеров микросфер 40-62 мкм. Среднеобъёмный диаметр микросферы равен 43,4 мкм.Керамические микросферы в краске Термо-6/7 представлены сферами правильной формы размером от 50-150 мкм. Керамические сферы были менее прозрачными, чем стеклянные Наибольшее количество микросфер (70%) наблюдается в диапазоне 80-120 мкм, среди них преобладают сферы размером около 100 мкм. Расчет объемного относительного содержания микросфер показал, что наибольший объем (90%) наблюдается в диапазоне размеров 100-150 мкм. Среднеобъемный диаметр микросферы равен 105,5 мкм.

Краска Изотерм-1 имела стеклянные микросферы марки Q-CEL-7014 фирмы OMEGA MINERALS Germany GmbH правильной формы размером от 15 до 185 мкм. Стеклянные сферы были прозрачными. Наибольшее количество микросфер (70%) наблюдается в диапазоне 70-90 мкм, среди них преобладают сферы размером около 80 мкм. Наибольший объем (90%) наблюдается в диапазоне размеров 70-150 мкм. Среднеобъемный диаметр микросферы равен 85,6 мкм.

Микросферы марки W70 представлены сферами правильной формы размером от 10 до 140 мкм. Установлено распределение микросфер по их размерам. Наибольшее количество микросфер (70%) наблюдается в диапазоне 30-80 мкм, среди них преобладают сферы размером около 70 мкм. Наибольший объем (90%) наблюдается в диапазоне размеров 70-130 мкм. Среднеобъемный диаметр микросферы равен 75 мкм.

Микросферы краски марки W100 представлены сферами правильной формы размером от 10 до 120 мкм. Установлено распределение микросфер по их размерам. Наибольшее количество микросфер (80%) наблюдается в диапазоне 30-80 мкм, среди них преобладают сферы размером около 50-70 мкм. Наибольший объем (70%) наблюдается в диапазоне размеров 70-100 мкм. Среднеобъемный диаметр микросферы равен 65 мкм.

Микросферы краски марки W125 представлены сферами правильной формы размером от 10 до 130 мкм. Установлено распределение микросфер по их размерам. Наибольшее количество микросфер (80%) наблюдается в диапазоне 50-100 мкм, среди них преобладают сферы размером около 70-80 мкм. Наибольший объем (75%) наблюдается в диапазоне размеров 80-120 мкм. Среднеобъемный диаметр микросфер равен 85 мкм.

Микросферы марки W250 представлены сферами двух видов: правильной формы размером от 25 до 175 мкм и неправильной формы размером от 175 до 500 мкм. При этом количество сфер неправильной формы значительно преобладает по сравнению с количеством сфер правильной формы. Наибольшее количество микросфер данного вида (90%) наблюдается в диапазоне 250-400 мкм, среди них преобладают сферы размером 300-350 мкм. Наибольший объем (80%) наблюдается в диапазоне размеров 300-400 мкм. Среднеобъемный диаметр микросферы равен 330 мкм.

Микросферы марки G250 представлены в основном сферами правильной формы размером от 175 до 350 мкм (рис. 5). Установлено распределение микросфер по их размерам. Наибольшее количество микросфер (90%) наблюдается в диапазоне 250-350 мкм, среди них преобладают сферы размером около 300-350 мкм. Расчет объемного относительного содержания микросфер (рис. 6) показал, что наибольший объем (90%) наблюдается в диапазоне размеров 300-350 мкм. Среднеобъемный диаметр микросферы равен 310 мкм.

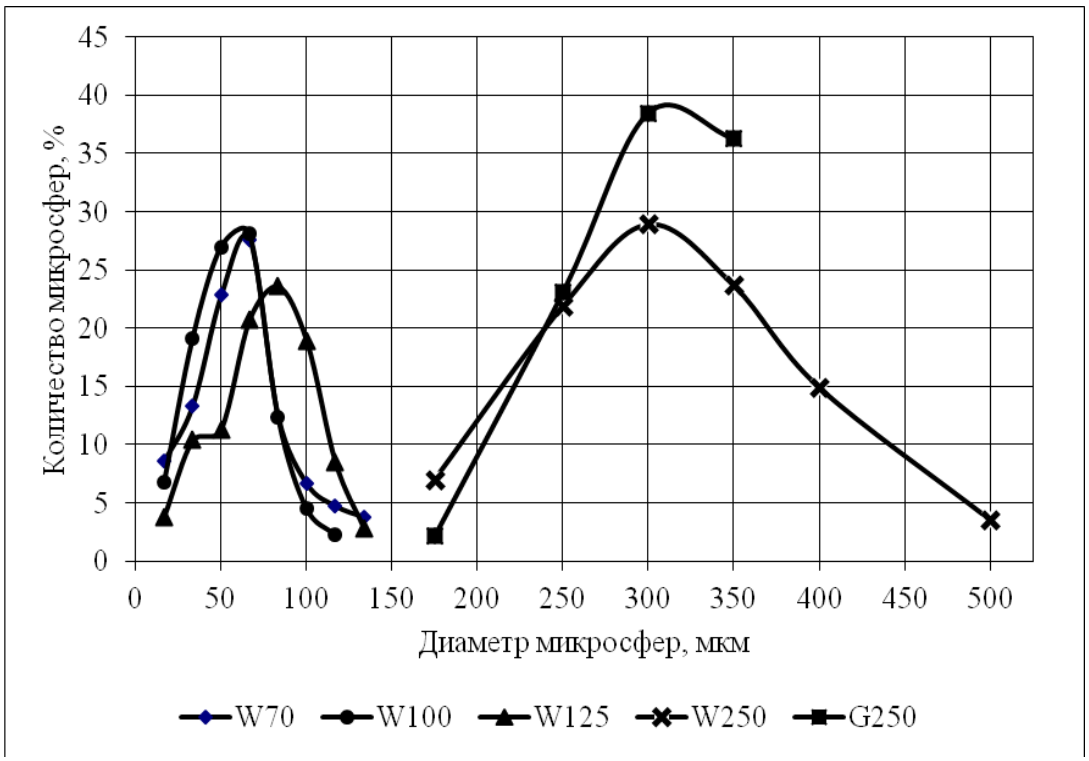


Рис. 5. Зависимость количества микросфер марок W70, W100, W125, W250, G250 по размерам микросфер

10.3.2. Определение плотности краски и сухого теплоизолирующего покрытия, и содержания летучих компонентов в исходной краске

При исследовании плотности жидкого исходного покрытия мерная колба взвешивалась на аналитических весах марки ВЛТ-200д-М 2 кл. с наборами разновесов Г-2-210, заливалась проба объёмом 25 мл и колба с жидкостью взвешивалась. При исследовании летучих компонентов в жидком теплоизолирующем покрытии Thermal Coat стакан взвешивался на аналитических весах марки ВЛТ-200д-М 2 кл. с наборами разновесов Г-2-210, заливалась проба, и стакан с жидкостью взвешивался. Покрытие сушилось на воздухе, в эксикаторе с силикагелем, а затем в термостате марки СНОЛ-3,5.3,5.3,5./3,5-И1 при температуре 100 °С. После сушки колба взвешивалась. Аналогично проводился опыт и с пластиной при тонком покрытии жидкостью.

В результате исследования установлено: плотность жидкого исходного покрытия Thermal Coat составляет 677,92 кг/м^3; плотность сухого покрытия составляет 454,41 кг/м^3; содержание летучих компонентов составляет 33%.

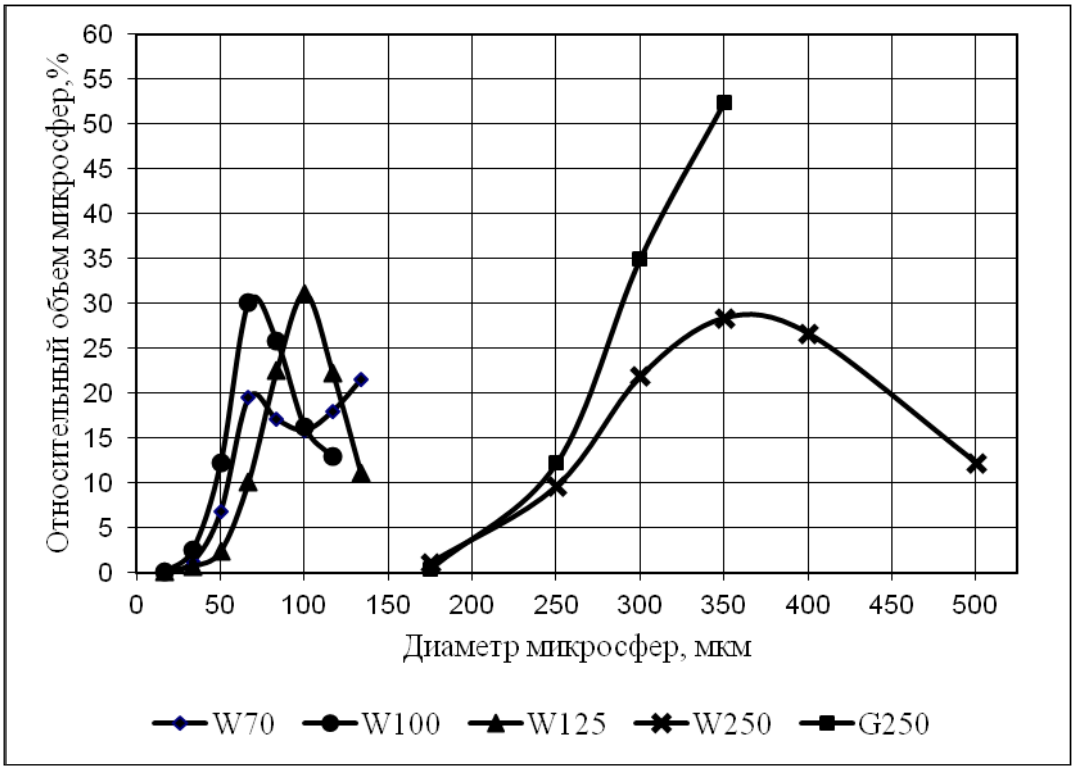


Рис. 6 Зависимость относительного объёма микросфер марок W70, W100, W125, W250, G250 от размера микросфер в краске

10.3.3. Определение коэффициента теплопроводности теплого изолирующего покрытия Thermal Coat в лабораторных условиях

Для быстрой оценки величины коэффициента теплопроводности проведены экспериментальные исследования методом квазистационарного режима охлаждения трубы [8], который позволяет достаточно быстро и с минимальным количеством приборов определить коэффициент теплопроводности покрытия на трубе. Труба, диаметром 76 мм и длиной 82 мм и толщиной стенки 0,2 мм, закрытая и изолированная с цилиндрической поверхности исследуемым материалом, а с торцов поролоном толщиной 30 мм, заливалась горячей водой. Температура жидкости и температура наружной стенки покрытия измерялась медь-константановыми термопарами толщиной 0,15 мм и цифровым мультиметром М838. Точность определения температуры составляла 1□2 °С. Термопары тарировались с использованием

вольтметра В7-21. По времени охлаждения воды определялся тепловой поток через теплоизоляционное покрытие. Плотность теплового потока измерялась измерителем плотности теплового потока ИТП-2, имеющего точность измерения 1 Вт с диапазоном измерения 0-999 Вт. Толщину покрытия измеряли толщиномером МТ-41НЦ. Все приборы прошли поверку в Центре стандартизации и метрологии. Методы температурных измерений изложены в [9]. Для проверки данного метода в качестве изоляционного материала использовался поролон толщиной 18 мм с плотностью 25 кг/м3. В результате испытания получен коэффициент теплопроводности поролона 0,0402, который практически совпадает с литературными данными 0,0417 Вт/(м□К) [10].

В результате оценочного исследования покрытия Thermal Coat толщиной 0,5 мм и 0,68 мм получены значения коэффициента теплопроводности в среднем 0,07 Вт/(м□К) с точностью 20-30% в диапазоне температур покрытия 60-83 °С.

С целью сопоставления результатов исследований, полученных для покрытия Thermal Coat, нанесенного в разное время, выполнено сопоставление результатов экспериментов для образцов, изготовленных в разное время. Испытания, проведенные по вышеописанной методике, показали идентичность экспериментальных данных для обоих покрытий.

Для более точного определения коэффициент теплопроводности тонкого покрытия Thermal Coat использовался метод стационарного режима нагрева трубы [8]. Стальная труба диаметром 21,5 мм и длиной 33 мм и толщиной стенки 1 мм, закрытая и изолированная с торцов поролоном толщиной 30 мм, нагревалась током, проходящим через проволоку из нихрома внутри трубы, заполненной мелким песком. Поверхность трубы до нанесения покрытия и поверхность покрытия после нанесения на трубу обрабатывалась на токарном станке с целью получения покрытия одинаковой толщины. Температура стенки трубы и температура наружной поверхности покрытия измерялась медь-константановыми термопарами толщиной 0,15 мм и вольтметром В7-21. Точность определения температуры составляла 0,5 °С. Термопары тарировались с использованием вольтметра В7-21. Четыре термопары зачеканивались в стенку трубы на глубину 0,5 мм в четырёх местах по окружности трубы и четыре термопары закреплялись на поверхности покрытия. Толщину покрытия измеряли толщиномером МТ-41НЦ. Все приборы прошли поверку в Центре стандартизации и метрологии. Схема экспериментального стенда приведена на рис. 7. По падению напряжения на нагревательном элементе и его сопротивлению определялся тепловой поток через теплоизолирующее покрытие.

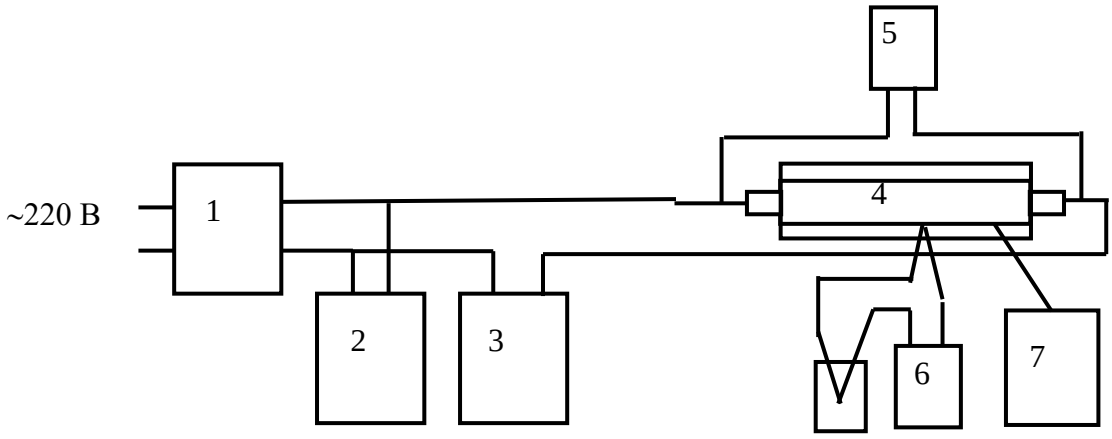


Рис. 7. схема стенда измерения коэффициента теплопроводности: 1 – регулятор напряжения (латр-1м), 2 – вольтметр (д533 кл. точн. 0,2), 3 – амперметр (д533 кл. точн. 0,2), 5 – экспериментальная трубка с покрытием и дополнительной изоляцией, 7 – вольтметр (цифровой мультимер м838), 8 – измеритель температуры (вольтметр в7-21 с термопарами и сосудом дьюара), 9 - толщиномер (мт-41нц)

Измерение проводилось цифровым мультиметром М838. Для уменьшения влияния движения воздуха на измерение температуры поверхности покрытия и плотность теплового потока на поверхность покрытия плотно надевалась трубка из паролона или армофлекса толщиной 9 мм. При

этом точность определения коэффициента теплопроводности повышалась. Время выхода установки на режим составляло 4 часа.

Расчёт коэффициента теплопроводности покрытия проводили по уравнению:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln(d_2/d_1)}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (t_{c1} - t_{c2})}, \quad (1)$$

где Q - тепловой поток, Вт; d1 – наружный диаметр трубы, м; d2 – наружный диаметр покрытия, м; L – длина трубы, м; tc1 – температура стенки трубы, °С;

tc2 – температура стенки покрытия, °С.

Относительную погрешность определения коэффициента теплопроводности определяли по уравнению [8]:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta t_{c1} + \Delta t_{c2}}{t_{c1} - t_{c2}} + \frac{d_1 \cdot \Delta d_1 + d_2 \cdot \Delta d_2}{d_1 \cdot d_2 \cdot \ln(d_2/d_1)}, \quad (2)$$

где Δ - абсолютные ошибки измерений отдельных величин с помощью имеющихся приборов.

Средняя толщина покрытия Thermal Coat составляла 1,48 мм

Относительная погрешность коэффициента теплопроводности уменьшается с увеличением температуры покрытия с 19% при 45 °С до 8% при 170 °С.

Результаты исследования коэффициента теплопроводности теплоизоляционного покрытия Thermal Coat в диапазоне температур покрытия от 44 °С до 172 °С (рис. 8) аппроксимируются при достоверности аппроксимации 0,9741 уравнением:

$$\lambda = 0{,}06358 + 0{,}000280 \cdot t_{покр}, \quad (3)$$

где $t_{покр}=0.5\cdot(t_{c1}+ t_{c2})$– средняя температура покрытия.

Средняя толщина покрытия Metal Shield составляла 0,2 мм.

Относительная погрешность коэффициента теплопроводности Metal Shield уменьшается с увеличением температуры покрытия с 12% при 100 °С до 10% при 200 °С.

Результаты исследования коэффициента теплопроводности теплоизоляционного покрытия Metal Shield в диапазоне температур покрытия от 100 °С до 200 °С аппроксимируются при достоверности аппроксимации 0,9407 уравнением

$$\lambda = 0{,}01955 + 0{,}000206 \cdot t_{покр}, \quad (4)$$

где $t_{покр}=0.5\cdot(t_{c1}+ t_{c2})$ – средняя температура покрытия.

Средняя толщина покрытия Изолат составляла 0,89 мм.

Относительная погрешность коэффициента теплопроводности Изолат уменьшается с увеличением температуры покрытия с 12% при 100 °С до 10% при 200 °С.

В результате исследования коэффициента теплопроводности теплоизоляционного покрытия Изолат в диапазоне температур покрытия от 80 °С до 200 °С получен коэффициент теплопроводности 0,046-0,06 Вт/(м·К). В среднем коэффициент теплопроводности равен 0,053 Вт/(м·К). Результаты исследования коэффициента теплопроводности теплоизоляционного покрытия Изолат в диапазоне температур покрытия от 80 °С до 200 °С аппроксимируются при достоверности аппроксимации 0,9985 уравнением

$$\lambda = 0{,}0370 + 0{,}000115 \cdot t_{покр}, \quad (5)$$

где $t_{покр}=0{,}5\cdot(t_{c1}+ t_{c2})$ – средняя температура покрытия.

Относительная погрешность определения коэффициента теплопроводности Термо 6/7 в зависимости от температуры покрытия колеблется в диапазоне 7,3÷ 10,5%.

В результате исследований коэффициентов теплопроводности теплоизоляционного покрытия марки Термо 6/7 в диапазоне температур покрытий от 50°С до 260 °С получен коэффициент теплопроводности 0,042÷0,105Вт/(м·К). В среднем коэффициент теплопроводности равен 0,0735 Вт/(м·К).

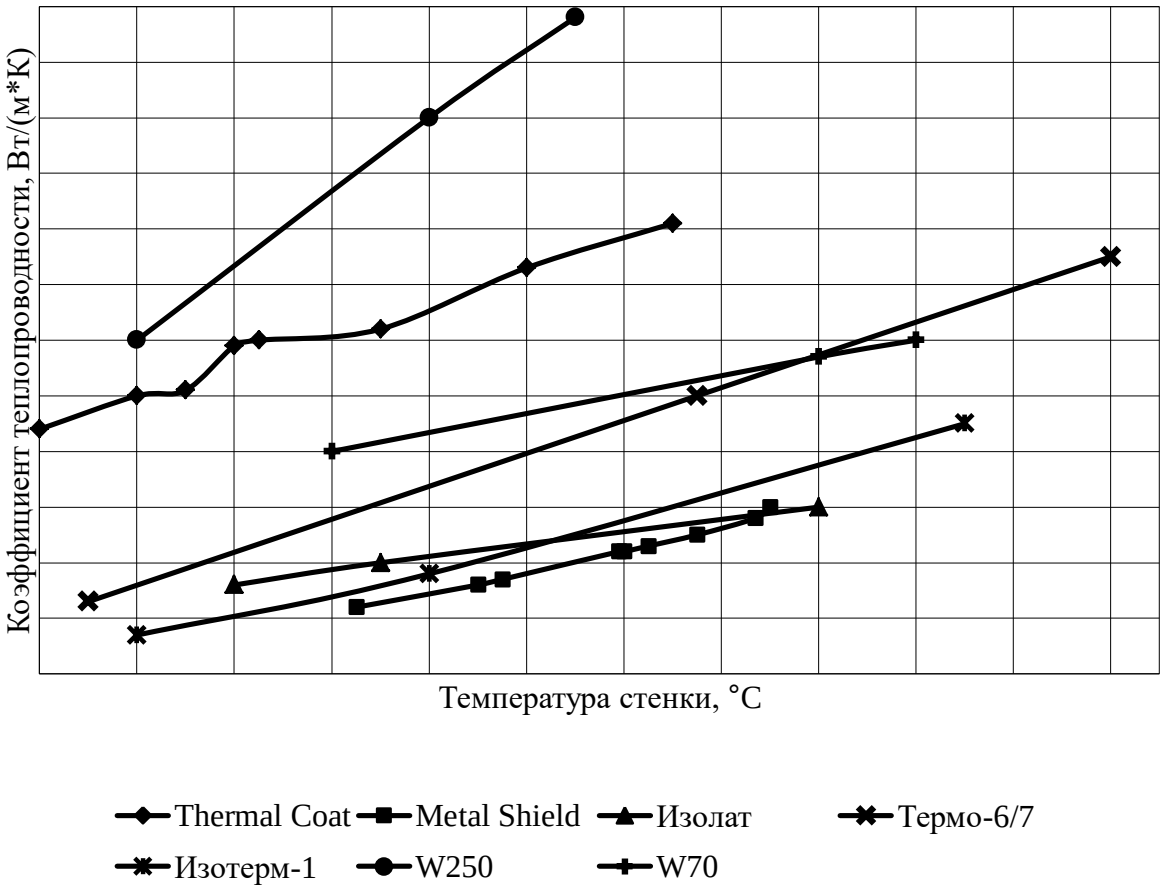


Рис. 8. Зависимость коэффициента теплопроводности от средней температуры теплоизоляционного покрытия

Результаты исследования коэффициентов теплопроводности теплоизоляционного покрытия в диапазоне температур покрытий от 50°С до

260°С (рис. 11) аппроксимируются с достоверностью 0,9999 следующим уравнением:

$$\lambda = 0{,}02826 + 0{,}000295 \cdot t_{покр} \quad (6)$$

где $t_{покр}=0.5\cdot(t_{c1}+ t_{c2})$ – средняя температура покрытия.

Относительная погрешность определения коэффициента теплопроводности Изотерм-1 в зависимости от температуры покрытия колеблется в диапазоне 7,3÷ 10,5%.

Для определения коэффициентов теплопроводности тонкого покрытия краски марки Изотерм-1 использовался метод стационарного режима нагрева трубы.

В результате исследований коэффициента теплопроводности теплоизоляционного покрытия марки Изотерм 1 в диапазоне температур покрытий от 65 °С до 230 °С получен коэффициент λ = 0,038÷0,076 Вт/(м·К). В среднем коэффициент теплопроводности равен 0,057 Вт/(м·К).

Результаты исследования коэффициентов теплопроводности теплоизоляционного покрытия Изотерм 1 в диапазоне температур покрытий от 65°С до 230°С (рис. 11) аппроксимируются с достоверностью 0,9950 следующим уравнением:

$$\lambda = 0{,}02241 + 0{,}000226 \cdot t_{покр}; \quad (7)$$

где $t_{покр}=0.5\cdot(t_{c1}+ t_{c2})$ – средняя температура покрытия.

Достоверность аппроксимации вышеуказанного уравнения составляет 0,9985.

Температура стенки трубы и температура наружной поверхности покрытиq W70 или W250 измерялась медь-константановыми термопарами толщиной 0,15 мм и преобразователем сигналов

термометров сопротивления и термопар прецизионным «Теркон». Точность определения температуры составляла 0,2 °С. Термопары тарировались с использованием преобразователя сигналов «Теркон».

Средняя толщина покрытия составляла 1,2 мм. изолированная соответственным покрытием W70 или W250 толщиной 1,2 мм

В результате исследований коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных покрытий марок W70 и W250 в диапазоне температур покрытий от 55°С до 220 °С получен коэффициент теплопроводности 0,063÷0,1 Вт/(м·К) для W70 и 0,098÷0,14 Вт/(м·К) для W250. В среднем коэффициент теплопроводности равен 0,084 Вт/(м·К) для W70 и 0,12 Вт/(м·К) для W250.

Результаты исследования коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных покрытий W70 и W250 в диапазоне температур покрытий от 55 °С до 220 °С (рис. 11) аппроксимируются следующими уравнениями:

$$\lambda = 0{,}05325 + 0{,}000168 \cdot t_{покр}, \quad (8)$$

$$\lambda = 0{,}05142 + 0{,}000648 \cdot t_{покр}, \quad (9)$$

где $t_{покр}=0.5\cdot(t_{с1}+ t_{с2})$ – средняя температура покрытия.

Достоверность аппроксимации вышеуказанных уравнений 0,9997 и 0,9993 соответственно.

Относительная погрешность определения коэффициента теплопроводности уменьшается с увеличением температуры покрытия с 19% при 55°С до 12% при 220°С.

Полученные уравнения (1-9) рекомендуются для проектирования теплоизолирующих покрытий на основе микросфер.

10.3.4 Влияние нагрева металлических образцов с нанесённым покрытием на теплостойкость покрытия

Определение теплостойкости покрытия проводилось в соответствии с методикой исследования аналогичных покрытий КБ «Салют» ГКНЦ им. М.В. Хруничева.

Термоизоляционное покрытие было нанесено на металлические пластины (Сталь 3) размерами 200х60 мм (3 шт.) и толщиной 1 мм. Нагрев образцов проводился в камерной электропечи сопротивления марки ТЭ-100 при температурах 225, 250, 275, 300 и 350 °С с выдержкой образцов в печи в течении 30 мин. Дефектация образцов, проведённая с контролем внешнего вида и адгезии методом решётчатых надрезов в соответствии с ГОСТ 15140-78 [11].

Контроль внешнего вида образцов покрытия Thermal Coat показал, что покрытие с выдержкой при температуре 225 °С чуть потемнело, 250 °С потемнело и приобрело светло коричневый оттенок, при температуре 250 °С покрытие изменило цвет на светло коричневый, при температуре 275 °С цвет покрытия изменился на тёмно коричневый, при температуре 300 °С покрытие изменило цвет на тёмно коричневый, при температуре 350 °С цвет покрытия изменился на светло коричневый. Значение адгезии покрытия с выдержкой при температуре 225 °С оценено равным 1 баллу (ГОСТ 15140-78), при температуре 250 °С равно 2 баллам, а при температуре 275 °С равно 3 баллам, при температуре 300 °С равно 5 баллам, а при температуре 350 °С произошло полное отслаивание покрытия от металлической пластины. На основание эксперимента рекомендуется использовать покрытие Thermal Coat до температуры 225 °С.

Контроль внешнего вида образцов покрытия Metal Shield показал, что покрытие с выдержкой при температуре 225 °С изменило цвет из светло-серого в серый, при температуре 250 °С покрытие изменило цвет на светло коричневый, при температуре 275 °С цвет покрытия изменился на тёмно коричневый (рис. 9). Значение адгезии покрытия с выдержкой при температуре 225 °С и 250 °С оценено равным 1 баллу (ГОСТ 15140-78), при температуре 275 °С равно 2 баллам.

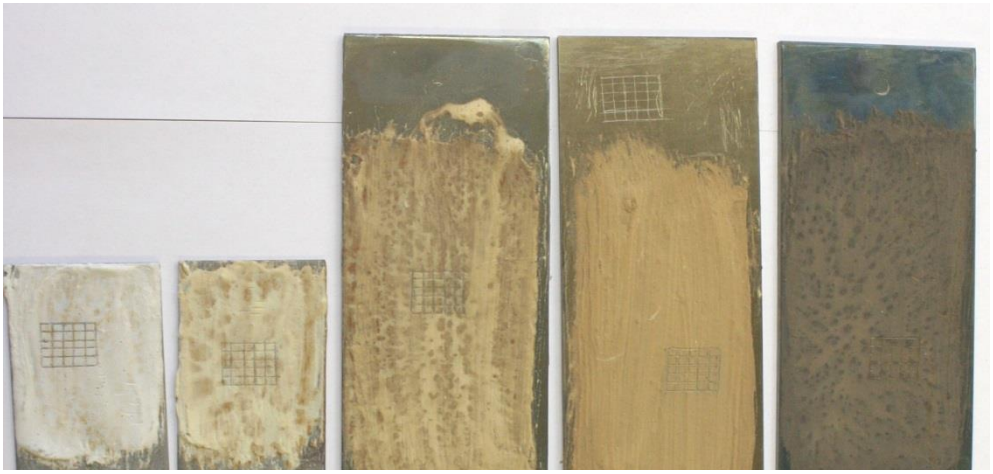
На основание эксперимента можно сделать вывод, что покрытие Metal Shield можно использовать до температуры 250 °С.

а) б) в) г)

Рис. 9. Вид пластин после воздействия высоких температур в течении 30 мин. в сравнении с исходным покрытием: а) – исходное покрытие, б) – температура 225 °С, в) – температура 250 °С, г) – температура 275 °С

Контроль внешнего вида образцов покрытия Изолат показал, что покрытие с выдержкой при температуре 175 °С началось изменение цвета, при температурах 200-225 °С покрытие постепенно меняет цвет на светло коричневый до коричневого, и при 250 °С цвет покрытия изменился на тёмно коричневый (рис. 10). Значение адгезии покрытия с выдержкой при температурах 175-250 °С оценено равным 1 баллу (ГОСТ 15140-78).

На основание эксперимента можно сделать вывод, что покрытие Изолат можно использовать до температуры 150 °С.



а) б) в) г) д)

Рис. 10. Вид пластин после воздействия высоких температур в течении 30 мин. в сравнении с исходным покрытием: а) – исходное покрытие, б) –175 °С, в) –200 °С, г) –225 °С, д) –250 °С

Контроль внешнего вида образцов Термо-6/7 (рис. 11) показал, что покрытие с выдержкой при температуре 175 °С покрытие приобрело бежевый оттенок, при температуре 200 °С покрытие изменило цвет на темно-бежевый.

Значение адгезии покрытия с выдержкой при температуре 175 ^{0}С оценено равным 2 баллам, при температуре 200 °С равно 2 баллам.

На основании эксперимента можно сделать вывод, что покрытие Термо-6/7 можно надежно использовать до температуры 175 °С.

Рис. 11. Образцы теплоизоляционного покрытия Термо-6/7 до испытания и после испытания на адгезию и теплостойкость

Рис. 12. Образцы теплоизоляционного покрытия Изотерм-1 до испытания и после испытания на адгезию и теплостойкость

Для теплоизоляционного покрытия Изотерм–1 контроль внешнего вида образцов (см. рис. 12) показал, что покрытие с выдержкой при температуре 125 °С почти не изменило цвет, при 150 °С незначительно изменило цвет, при 175 °С покрытие приобрело бежевый оттенок, при температуре 200 °С покрытие изменило цвет на темно-бежевый, при температуре 225 °С цвет покрытия изменился на светло-коричневый, при температуре 250 °С цвет покрытия изменился на темно-коричневый.

Значение адгезии покрытия с выдержкой при температуре 125 °С оценено равным 2 баллам (ГОСТ 15140-78), 150 °С оценено равным 2 баллам, 175 ^{0}С оценено равным 2 баллам, при температуре 200 °С равно 2 баллам, при температуре 225 °С равно 2 баллам, при температуре 250 °С равно 3 баллам. На основании эксперимента можно сделать вывод, что покрытие Изотерм–1 можно надежно использовать до температуры 175 °С.

Контроль внешнего вида образцов теплоизоляционного покрытия W70 показал (рис. 13), что покрытие с выдержкой при температуре 125 °С почти не изменило цвет, при 150 °С незначительно изменило цвет, при 200 °С покрытие приобрело бежевый оттенок, при температуре 250 °С цвет покрытия изменился на коричневый. Справа находится исходный образец.

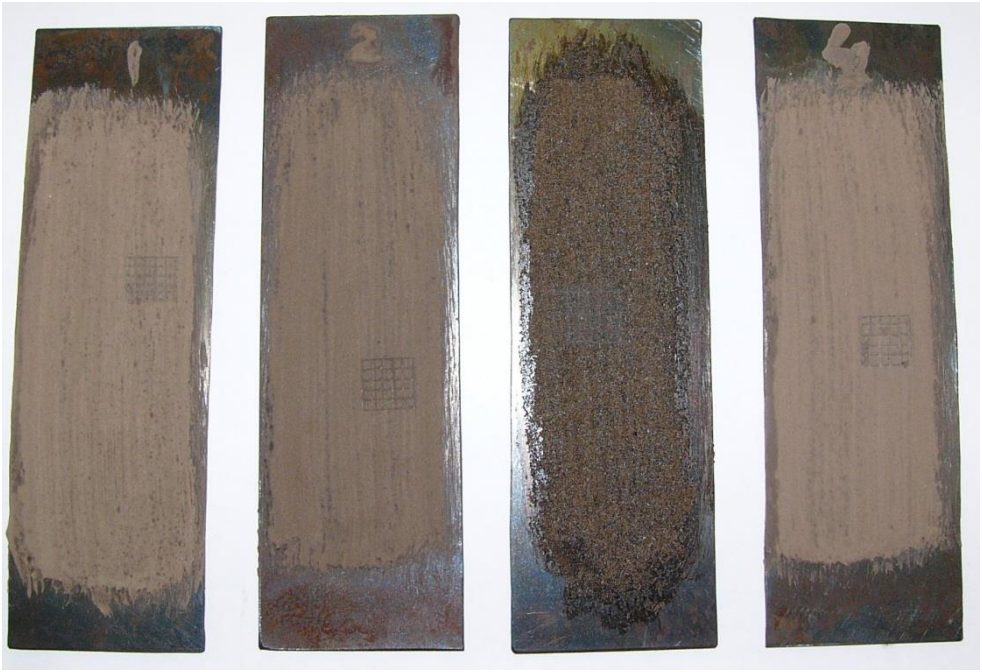


Рис. 13. Результаты испытания образцов покрытия W70 на адгезию и теплостойкость

10.3.5. Натурные испытания теплоизолирующего покрытия THERMAL COAT

Достоверность лабораторных испытаний подтверждается натурными испытаниями. Для проведения подобных испытаний на технологическом оборудовании одного из предприятий города нанесено покрытие на основе микросфер, в частности Thermal Coat фирмы Capstone Manufacturing LLC.

В обычных условиях в качестве изоляционного материала на выбранном оборудовании применяется слой стекловаты толщиной 80 мм. Снаружи изоляция закрывается стальным листом толщиной 1 мм. Для проведения натурных испытаний на очищенную поверхность оборудования нанесено с помощью кисти (по технологии завода-изготовителя) покрытие на основе микросфер. Проводился регулярный осмотр и измерение температуры стенки оборудования и температуры покрытия, а также теплового потока.

10.3.5.1. Методика натурных испытаний теплоизоляционного покрытия

Аппарат имеет диаметр 4 м, толщину стенок 104 мм и высоту 24,1 м, Толщина покрытия Thermal Coat на стенке аппарата составила в среднем 1,5 мм. Температуры металла аппарата и наружной стенки покрытия измерялись медь - константановыми термопарами толщиной 0,15 мм с использованием цифрового мультиметром М838 и прибора CHY-500R с термопарой, заделанной в контактную пластину, с точностью определения температур 1÷2°С. Термопары тарировали с использованием вольтметра В7-21. Тепловой поток измерялся измерителем теплового потока ИТП-2 с точностью измерения 1 Вт и диапазоном измерения 0÷999 Вт. Толщину покрытия измеряли толщиномером CMI. Приборы прошли поверку в Центре стандартизации и метрологии. Для измерения температуры стенки абсорбера вырезали кусок покрытия размером 10х30 мм.

На рис. 14 показаны места измерения температуры металлической стенки и поверхности покрытия, толщины покрытия и плотности теплового потока Метод стационарного теплового режима трубы позволяет определить коэффициент теплопроводности покрытия на трубе с необходимой точностью.

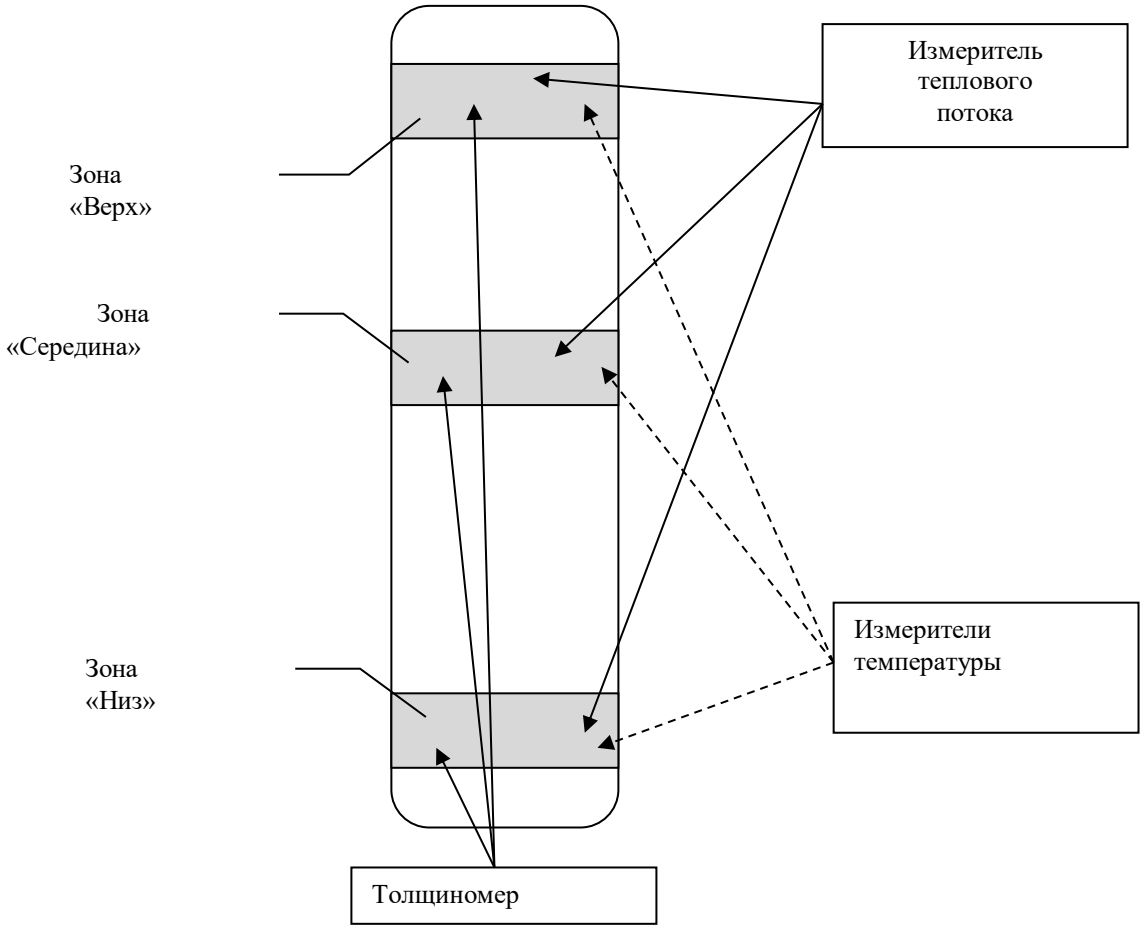


Рис. 14. Схема измерения толщины и температуры покрытия, а также тмпературы металлической стенки аппарата и теплового потока через покрытие

Расчёт коэффициента теплопроводности проводили по уравнению (10)

$$\lambda_{из} = \frac{q \cdot \delta_{из}}{(t_{ст} - t_{пов.из})}, \quad (10)$$

где $\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности покрытия, Вт/(м·К); q – плотность теплового потока, Вт/м^2; $\delta_{из}$ – толщина покрытия, м; $t_{ст}$ – температура стенки абсорбера, °С; $t_{пов.из}$ – температура поверхности покрытия, °С.

Расчёт коэффициента теплоотдачи от поверхности покрытия к воздуху проводили по уравнению (11):

$$\alpha_{из} = \frac{q}{(t_{пов.из} - t_{воз})}, \quad (11)$$

где $\alpha_{из}$ – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к наружному воздуху, Вт/(м^2·К); q – плотность теплового потока, Вт/м^2; $t_{пов.из}$ – температура поверхности покрытия, °С; $t_{воз}$ – температура наружного воздуха, °С.

3.5.2. Результаты испытаний

В результате натурных испытаний получены средние значения величин: коэффициент теплопроводности теплоизолирующего покрытия 0,074 Вт/(м·К), коэффициент теплоотдачи от поверхности покрытия к воздуху 17,4 Вт/(м^2·К), плотность теплового потока 932 Вт/м^2. Средняя температура поверхности стенки абсорбера составила 91 °С, а теплоизолирующего покрытия - 71 °С при средней температуре наружного воздуха 17 °С.

10.3.5.3. Расчёт теплоизоляционного покрытия Thermal Coat на основе экспериментальных и натурных испытаний

Расчёты толщины теплоизолирующего покрытия Termal Coat для аппаратов и трубопроводов проведены:

- по температуре на поверхности изоляции, принимаемой не выше допустимой правилами безопасности [12];
- с целью предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

Расчёт толщины изоляционного слоя, обеспечивающую заданную температуру на поверхностности изоляции аппаратов и трубопроводов вне помещения, проводится по следующей методике.

Толщина теплоизоляционного слоя (12), обеспечивающего заданную температуру на поверхности изоляции, м:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} \cdot (t_w - t_{пов.из})}{\alpha \cdot (t_{пов.из} - t_{воз})}, \quad (12)$$

где: $\lambda_{из}$ - теплопроводность теплоизоляционного слоя на основании натурных испытаний, Вт/(м·К); t_w - температура среды в аппарате, °С; $t_{пов.из}$ – рекомендуемая температура поверхности изоляции, по [12], °С; $t_{воз}$ - температура окружающей среды, принимаемая среднюю температуру наиболее жаркого месяца (июль), °С; α - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции на основании натурных испытаний, Вт/(м^2·К).

Проведены расчёты трубопроводов и аппаратов для теплоизолирующего покрытия Thermal Coat для различных температур среды в аппаратах и трубопроводах (табл. 1). В расчётах приняты следующие параметры: температура поверхности покрытия для обслуживаемых зон 60 °С, а для необслуживаемых зон 75 °С, коэффициент теплопроводности покрытия (по результатам натурных испытаний) 0,074 Вт/(м·К), коэффициент теплоотдачи от покрытия к наружному воздуху (по результатам натурных испытаний) 17,4 Вт/(м^2·К), при средней температуре наружного воздуха в наиболее жаркий месяц (июль) 24,4 °С.

Таблица 1

Результаты расчёта толщины покрытия Termal Coat для аппаратов и трубопроводов с целью поддержания заданной температуры на поверхности покрытия

№	Температура среды в аппарате или трубопроводе, °С	Толщина покрытия при температуре поверхности покрытия 60 °С, мм	Толщина покрытия при температуре поверхности покрытия 75 °С, мм
1	65	0,60	0
2	70	1,19	0
3	75	1,79	0
4	80	2,39	0,42
5	85	2,99	0,84
6	90	3,58	1,26
7	95	4,18	1,68
8	100	4,78	2,10

Расчёт толщины изоляционного слоя, обеспечивающей предотвращение конденсации влаги на поверхностности изоляции оборудования и трубопроводов проводится по следующей методике. Толщина теплоизоляционного слоя (13), обеспечивающего заданную температуру на поверхности изоляции, м:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} \cdot (t_{воз} - t_w)}{\alpha \cdot (\Delta t)} - 1, \quad (13)$$

где:

$\lambda_{из}$ - теплопроводность сухого теплоизоляционного слоя на основании натурных испытаний, Вт/(м*К);

t_w - температура среды в аппарате или в трубопроводе, °С;

$t_{воз}$ - температура наружного воздуха;

α - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции на основании натурных испытаний, Вт/(м2*К);

$\Delta t = t_{воз} - t_{пов}$ - расчётный перепад температур принимаем в зависимости от температуры в помещении (25°С) и влажности воздуха (50%) Δt=11,1 °С;

$t_{пов}$ – рекомендуемая температура поверхности изоляции, °С.

Проведены расчёты трубопроводов и аппаратов для теплоизолирующего покрытия Thermal Coat для различных температур среды в аппаратах и трубопроводах (табл. 2).

Таблица 2

Результаты расчёта толщины покрытияTermal Coat для аппаратов и трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги

№	Температура среды в аппарате или трубопроводе, °С	Толщина покрытия Termal Coat, мм
1	0	5,10
2	2,5	4,14
3	5	3,18
4	7,5	2,22
5	10	1,26
6	12,5	0,31

В расчётах приняты следующие параметры: температура среды изменяется от 0 °С до 12,5 °С, коэффициент теплопроводности покрытия (по результатам натурных испытаний) 0,074 Вт/(м*К), коэффициент теплоотдачи от покрытия к наружному воздуху (по результатам натурных испытаний) 17,4 Вт/(м^2*К), средняя температура наружного воздуха в наиболее жаркий месяц (июль) 24,4 °С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенной экспериментальной работы получены новые данные:

1. Величины коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных покрытий на основе микросфер. Значения коэффициентов теплопроводности получены при различных температурах. Эти данные позволят рассчитать необходимую толщину теплоизоляционного материала и его массу.

2. Уточнены наибольшие значения температуры, при которых материалы теряют свойства.

3. Рассчитаны значения толщины теплоизоляционного покрытия по двум критериям: - соответствия наружной температуры требованиям правил безопасности; - невозможности конденсации влаги на поверхности покрытия.

4. Полученные экспериментальные данные могут использоваться для более качественного проектирования покрытий на основе микросфер.

5. Авторы считают необходимым продолжить исследование теплоизоляционных покрытий в области низких температур (до минус 50 °С и ниже).

Список литературы

1. Сугкоев А.И. Теплоизоляционный материал с полыми стеклянными микросферами: Автореф. дис ... канд. техн. наук: - М. - 2001. – 18 с.

2. Семенов А.Е. Математическая модель теплоизоляционного покрытия с микросферами // Проблемы газодинамики и тепломассообмена в энергетических установках: Труды XV Школы – семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева. В 2-х томах. Том 2. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – С.343-345. 492с

3. Семенов А.Е., Кривоносов В.А., Анисимова Л.В. Экспериментальное исследование теплоизоляционного покрытия Thermal Coat. Научные труды Астрахань НИПИгаза. Вып. 6. - С. 92-95. Астрахань: - ИПЦ «Факел» ООО Астраханьгазпром, 2004. - 316 с.

4. Семенов А.Е., Кривоносов В.А., Жиляев В.А., Низамов Н.Ф. Натурные испытания теплоизолирующего покрытия Thermal Coat на абсорбере установки очистки кислого газа. Научные труды Астрахань НИПИгаза. Вып. 6. - С. 88-91. Астрахань: - ИПЦ «Факел» ООО Астраханьгазпром, 2004. - 316 с

5. Семенов А.Е., Кудрявцева Е.В. Анализ структуры и теплоизоляционных свойств сферопластов. Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений. Научные труды АстраханьНИПИгаза. Вып 8 - С. 79-82, Астрахань: - ИПЦ «Факел» ООО Астраханьгазпром, 2006. – 250 с.

6. Логинова Н.А. Определение эффективности тонкопленочных теплоизоляционных покрытий применительно к системам теплоснабжения: Автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.14.04. – М., 2010. – 18 с.

7. Жданов Н.Н. Разработка теплозащитных покрытий на основе акрилстирольных сополимеров и полых стеклянных микросфер: Автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.17.06. – Казань, 2017. – 18 с

8. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. – М.: Энергия. – 1969. – 392 с.

9. Олейник Б.Н. Приборы и методы температурных измерений. М: Изд. Стандартов. – 1987. – 295с.

10. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. - Машиностроение. - 1976. - 168 с.

11. ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии. С изменениями №№ 1, 2, 3. М.: СтандартИнформ, 2009.

12. ПБ 08-622-03. Правила безопасности для газоперерабатывающих заводов и производств. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 05.06.2003 г. №54. Дата актуализации 12.02.2016.

© А.Е. Семенов, С.А. Путилин, 2017

УДК 621.643.053

ГЛАВА 11. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

КАЛИЦЕВ ДАВИД МАИРБЕКОВИЧ

Магистрант

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация: Нами проанализирована существующая система управления магистральными нефтепроводами и детально рассмотрены категории ее задач. В результате анализа представили дополнительные улучшения для более качественного управления сетями магистральных нефтепроводов, а также поддержки персонала.

Ключевые слова: сеть магистральных нефтепроводов, система управления, категории системы управления, комплексы программ, нештатная ситуация.

INVESTIGATION OF THE CONTROL SYSTEMS OF MAIN OIL PIPELINE NETWORKS

Kalitsev David Mairbekovich

Abstract: We have analyzed the existing system for managing the main oil pipelines and examined in detail the categories of its tasks. As a result of the analysis, we presented additional improvements for better management of the main oil pipeline networks and staff support.

Key words: main oil pipelines network, a control system, categories of control systems, program complexes, abnormal situation.

На сегодняшний день сложились такие условия, что все процессы работы сложных объектов в различных областях промышленности стремятся к автоматизации, трубопроводный транспорт углеводородного (УВ) сырья не исключение, в этой отрасли также используются подобные системы и внедряются новые. Поэтому, для эффективной, а главное безопасной работы объектов, необходима автоматизация управляющих функций. Исходя из этого, эксплуатация и контроль процессов осуществляется благодаря автоматизированной системе управления и сбора данных.

Система управления в этой сфере обязана регулировать 4 категории задач:

1. Охрана экологии, промышленная безопасность, страхование объектов;
2. Финансово-экономические задачи (приток тарифной выручки, бухучет);
3. Технологические задачи (управление, контроль и планирование транспортировки нефти);
4. Техническое обслуживание (ремонт, поступление материально-технических ресурсов). [1]

Для решения вышеперечисленных задач ОАО «АК Транснефть» сформированы функционально-ориентированные комплексы программ, далее они будут рассмотрены подробнее.

Одной из программ является Система диспетчерского контроля и управления (СДКУ), предназначенная для концентрированной диспетчеризации и сбора сведений о функционировании нефтепроводов (НП), программа представляет собой четырехуровневую иерархическую распределенную систему управления:

- объектный уровень (создаются для управления УУН, РП, НПС и т. д.);
- СДКУ РДП (формируются на уровне районных НП управлений);
- СДКУ ТДП (создаются на уровне всех ОАО МН);
- СДКУ ЦДП, формируется на уровне АК "Транснефть".

СДКУ состоит из сервера для анализа средств местной локальной автоматики, а также телемеханики (системы составления мнемосхем, выявления событий и аварий, оперативная программа контроля утечек на ТП [2].

В рассматриваемой системе содержится информация о:

- состоянии НПС (агрегатов, задвижек, положение САР), давлении на нем, предупреждении по технологическим и общестанционным аварийным защитам;
- резервуарном парке (наличие пустых емкостей, УВ);
- давлении по пунктам контроля, техническому состоянию линейных задвижек и сигналах прохождения СОД МН.

СДКУ выполняет контроль критических нагрузок и давлений. При достижении установленных границ создается аварийный и предупредительный сигналы.

Структура управления МН ОАО «АК «Транснефть». Посуточный план течения нефти по ТП системе создается, отталкиваясь от максимальной пропускной способности и учитывая применение ёмкости резервуарных парков, диагностики, работы со снижением режимов, очистки, планируемых остановок [3].

При изменении проекта поставки сырья на месяц, модифицированный режим работы МН выбирается из утвержденной карты технологических режимов работы НП.

Предоставление оптимальных технологических режимов и контроль параметров работы МН. В СДКУ вводятся данные о рабочих давлениях на выходе и входе НПС, которые указаны в месячном план-графике работы НП. На АРМ диспетчера отображаются расчетные и фактические значения напора, давления, а также профиль участка НП в режиме реального времени, тем самым производится контроль характеристик режимов работы МН по давлению.

На сегодняшний день оценка соответствия фактических технологических характеристик работы НП и оборудования на НПС выполняется на базе сопоставления с технологическими картами.

Управление МН при возникновении нештатных ситуаций. В случае, когда установившееся давление отличается от расчетного, указанного в карте технологических режимов работы НП, диспетчеры проводят опрос операторов МДП и диспетчеров ближайших ДП с целью выявления причин.

Право прекращения перекачки УВ сырья на участке МН, на котором произошло изменение остается за главным инженером.

Диспетчеры могут осуществить немедленную остановку перекачки в следующих случаях:

- при заполнении НП давление на контрольной точке не стало равным расчетному значению за время, которое превышает вычисленное на 10 минут;
- установившееся давление отличается от расчетного на установленную величину: уменьшение давления на 0,4 кгс/см2 и более при Dн 820 мм, на 0,5 кгс/см2 и более при Dн > 820, увеличение давления на 2 кгс/см2 и более. [2]

Имеющаяся структура управления сети МН требует крупных временных затрат для интерпретации отклонений технологических характеристик работы НП от режимов работы, определенных по технологическим картам, и дальнейшего внедрения требующихся мер и управляющих воздействий (прекращение транспортировки нефти, организация ее перекачки по временным схемам, локализация места выхода и др.).

Конечно же, имеется высокая вероятность того, что человеческий фактор проявится на любом уровне принятия решений. Для оперативного реагирования персонала, непосредственно участвующего в управлении МН на сложившуюся ситуацию, необходим высокий уровень профессиональной подготовки и психологическая устойчивость.

Перспективы развития систем управления МН. Параметры перекачки сравниваются со сведениями технологических карт во время эксплуатации НП, все режимы сравниваются с установленными

значениями параметров (давление на входе и выходе НПС, распределение давления по длине НП, скорость течения, схема включения МНА и их количество). Но, во время эксплуатации МН происходят регулярные изменения технологических характеристик, а значит и режима ее работы.

Случаются скачки давления, связанные с различными причинами, такими как: начало или завершение налива УВ в автоцистерны, изменение положения запорных арматур на ЛЧ или же в технологии НПС, прохождение СОД, различные геодезические отметки резервуаров, включение или выключение насосных агрегатов для откачки УВ из емкости и т.д. Все эти изменения необходимо отслеживать и сопоставлять с возмущениями на графике давлений.

Эксплуатацию НП осложняет нарушение допустимых пределов изменения давления, которое также может происходить из-за возмущений, связанных с перекачкой нефти с разными реологическими свойствами (вязкость, плотность).

При расчете течения нефти различных партий, следует принимать во внимание специфику ремонтных и плановых работ на НП с разгерметизацией полости, так как при проведении этих работ осуществляется откачка нефти, находящейся в ТП, в специальные земляные амбары. В них нефть находится до окончания работ и за это время ее реологические свойства меняются, так как УВ сырье остывает и теряются легкие фракции.

Для поддержки управляющего персонала, основанного на динамической модели НП, с применением постоянно обновляемой базы информации о выполняемых работах, переключениях и других операциях на НП, необходимо создание специального программного продукта.

Результатом работы является разработка алгоритма для управления и программного обеспечения.

Исходные данные для ввода в СУ: постоянные и динамические. В постоянные входят геодезические отметки НП, внутренний диаметр ТП, расположение НПС, пропускная способность, данные гидравлического расчета ТП, характеристики МНА, расположение перемычек, отборы, подкачки. К динамическим - распределение температуры по трассе МН, резервуары, находящиеся в работе и реологические свойства УВ в резервуарах и по участкам МН.

Схема работы системы управления следующая: Исходные данные, СДКУ, СОУ и СКУТОР поступают в СУ – программный комплекс, где выполняется постоянное сравнение расчетных, фактических и плановых параметров; определяются причины изменения технологических параметров: а также осуществляется поддержка персонала для принятия ращения.

На основе начальных сведений, введенных в динамическую математическую модель СУ, будет выполняться вычисление актуальных параметров транспортировки с построением графиков и созданием интерактивной информации.

Расчет динамической вязкости нефти по длине МН осуществляется по формуле:

$$\nu = \nu_0 \cdot \exp(-u \cdot (T - T_0), \quad (1)$$

где, u – коэффициент крутизны вискограммы, 1/К;

ν – кинематическая вязкость при известной температуре T [4].

Величина u определяется по формуле:

$$u = \frac{1}{T_1 - T_2} \cdot ln\frac{\nu_2}{\nu_1}, \quad (2)$$

где, ν_1 и ν_2 кинематические вязкости при известных температурах T_1 и T_2.

Расчетная температура по длине МН вычисляется по формуле:

$$T(x) = T_{\text{нар}} + (T_0 - T_{\text{нар}}) \cdot e^{-\frac{\pi \cdot K \cdot d}{\rho \cdot Q \cdot C_\nu} \cdot x}, \quad (3)$$

где, $T_{нар}$ – температура окружающей среды;

d – внутренний диаметр МН;

K – полный коэффициент теплопередачи (от нефти в окружающую среду).

Концепция управления системой МН должна выполнять функцию автоматического определения причин отклонения графиков фактического и расчетного гидравлических уклонов, помимо этого, рассчитывать транспортировку партий нефти с разными реологическими свойствами по НП, отталкиваясь от оперативных данных измерения качества УВ сырья в различных точках ТП.

Модернизация СУ даст возможность выполнять задачу надежной перекачки нефти на более высоком уровне и обеспечит бесперебойную работу МН за счет поддержки управляющего персонала.

Список литературы

1. ПБ 08-624-03. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», ГОСГОРТЕХНАДЗОРРОССИИ. 2003 г.
2. ОР-03.100.50-КТН-005-13. Технологическое управление и контроль за работой магистральных нефтепроводов, ОАО «АК «Транснефть». 2013 г.
3. ОР-03.220.99-КТН-092-08. Разработки технологических карт, расчёта режимов работы магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть». 2008 г.
4. Коршак А.А., Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: Учебник для вузов. – СПб.: Недра, 2008. – 488 с.

УДК 330

ГЛАВА 12. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ

АБСАЛЯМОВ ИЛЬНУР САЛАУАТОВИЧ
старший преподаватель
АХМЕТОВА ЭЛЬВИНА РАВИЛОВНА,
Магистрант
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Аннотация: в статье рассмотрены эффективности предоставления услуг Многофункциональными центрами и повышение степени удовлетворения населения получаемыми услугами.функциональные государ
Ключевые слова: государственные услуги, мониторинг, качество услуг, эффективность, удовлетворенность населения.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SERVICE PROVISION CENTRES

Absalyamov Ilnur Salauatovich,
Akhmetova Elvina Ravilevna

Abstract: the article discusses the effectiveness of services centres and enhancing the degree of satisfaction of the population receive services, functional state.
Key words: public services, monitoring, quality of service, efficiency, satisfaction of the population.

Сфера услуг, включая и государственные услуги, в постиндустриальных экономических системах становится доминирующим сектором национального хозяйства, непосредственно влияющим не только на функционирование производственного сектора, но и на само содержание рыночных отношений внутри такой системы.

В условиях ограниченных возможностей финансирования деятельности органов власти за счет средств государственного бюджета, а также низкой эффективности организации, недостаточно четкой регламентации их функций и порядка реализации - возникает проблема разграничения функций государственного управления и предоставления государственных услуг, а также определения условий выполнения органами исполнительной власти функций государственного управления. Можно отметить, что проблема разграничения функций государственной власти и оказания государственных услуг включает в себя три аспекта [2].

Во - первых - разграничение хозяйственных и осуществляемых в соответствии с полномочиями функций. Примером в этом случае может служить создание государственных или муниципальных предприятий, действующих на товарных рынках и получающих конкурентные преимущества из - за тесной связи с органами государственной власти и управления. Совмещение организациями осуществляемых в соответствии с полномочиями и хозяйственных функций создает предпосылки

для неравных условий конкуренции между хозяйствующими субъектами, злоупотреблений исключительным положением, обусловленным обладанием властных полномочий.

Во - вторых - разграничение осуществляемых по полномочиям и информационных услуг. Помимо осуществления функций государственного управления органы исполнительной власти предоставляют услуги, в частности, информационные. Предоставление данных услуг (примером служит широко распространенная практика продажи бланков, необходимых для получения загранпаспорта, регистрации приезжих и т.п. коммерческими организациями, расположенными рядом с ОВД, тогда как в самих ОВД этих бланков, распространяемых бесплатно, просто нет) необходимо в целях экономии времени и средств граждан и предприятий при осуществлении сделок. Однако в этом случае возникает вопрос о предотвращении действий, направленных на извлечение ренты из исключительного положения в котором оказывается орган, предоставляющий информационные услуги [1].

В - третьих - разграничение информационных и иных деловых услуг (например, выдача на платной основе различного рода экспертных и иных заключений, необходимых для получения лицензий, сертификатов, разрешений и других документов, необходимых для осуществления хозяйственной деятельности). Оказание органами государственного управления платных информационных услуг населению может быть оправдано тем, что данные органы специализируются на сборе и обработке информации. В то же время широко распространенная практика оказания государственными органами услуг, которые относятся к деловой инфраструктуре (образовательного, экспертного, сертификационного), представляется в этом случае недостаточно экономически целесообразной

Исходя из сформулированных выше положений, общий принцип в данной области представляется вполне очевидным: можно передать другим организациям только те операции в общей технологии осуществления функций государственного управления, для выполнения которых существует или может быть создан конкурентный рынок соответствующей услуги [4].

Учитывая опыт зарубежных стран в использовании управления по результатам для повышения степени удовлетворения населения получаемыми услугами, в качестве основных направлений повышения результативности организации предоставления государственных услуг предлагаются следующие [3]:

В части организации предоставления:

- регламентация порядка определения исполнителей государственных услуг в лице органов власти, подведомственных предприятий и организаций, а также коммерческих структур с учетом социальной значимости услуги, ее соответствия функциональным обязанностям министерств и ведомств, наличия у исполнителя финансовых, технических и кадровых ресурсов, необходимых для оказания услуги, а также возможностей исполнителя по качественному и эффективному оказанию услуги;
- построение эффективной системы материального вознаграждения работников, оказывающих государственные услуги с учетом мотивационной составляющей (наличие стабильности и социальных гарантий) и функционально - целевого соответствия работника занимаемой должности;
- введение механизма ответственности за некачественное исполнение услуги;
- открытие специализированных служб помощи населению, оказывающих консультационные услуги по вопросам оказания государственных услуг;
- создание электронной системы предоставления услуг, заключающейся в размещении на официальном сайте министерств правил, требований, порядка оказания соответствующих услуг, необходимых электронных бланков и других сопутствующих документов;
- создание внешней службы контроля качества услуг, полномочиями которой стали бы: опрос населения, постоянный мониторинг степени удовлетворенности населения предоставляемыми услугами, разработка и совершенствование систем индикаторов оценки качества услуг, аудит и разработка рекомендаций для подотчетных ведомств.

Одним из возможных и все чаще применяемых в мировой практике подходов к оценке качества услуг и деятельности организаций, их оказывающих, является использование субъективных

оценок получателей услуг, в частности, показателей удовлетворенности. В этом случае стоит задача разработки и апробации простого, сопоставимого инструментария, который мог бы использоваться в дальнейшем для мониторинга динамики удовлетворенности получателей предоставлением услуг и различными аспектами работы государственных органов/учреждений.

Создание МФЦ дает возможность комплексного решения многих задач повышения качества предоставления услуг и эффективности деятельности органов публичной власти. Однако, существующее положение вещей не позволяет говорить о высокой эффективности реализации проекта по развитию инфраструктуры организации предоставления государственных услуг. Некоторые созданные так называемые МФЦ не только далеки от предоставления услуг по принципу «одного окна», но и не соответствуют тем минимальным требованиям, которые установлены действующим законодательством. Для дальнейшего развития данного проекта необходим целый ряд организационных решений. В первую очередь, необходимо приведение всех МФЦ в соответствие со статьей 30 Федерального закона № 281 - ФЗ от 25.12.2008 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», поскольку 40% от рассмотренных в ходе мониторинга, проводимого АКТ «Развитие бизнес - систем», требованиям данного закона не соответствуют.

Список литературы

1. Вилкова А. С. Объемно - планировочная эволюция многофункциональных торговых комплексов // Молодой ученый. – 2015. – №7. – С. 1104 - 1109.
2. Дудкина И. М., Дудкин Д. В., Казакова Д. С. Мониторинг работы систем электронного документооборота информационных систем в Центрах занятости населения // Молодой ученый. – 2016. – №7.4. – С. 46 - 52.
3. Латыпова Р. Т. Нормативно - правовое обеспечение электронного правительства // Молодой ученый. – 2016. – №1. – С. 401 - 405.
4. Фирсова Е. Г. Многофункциональные центры государственных и муниципальных услуг, их роль и правила организации деятельности // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт - Петербург, декабрь 2014 г.). – СПб.: Заневская площадь, 2014. – С. 46 - 48.

© И.С. Абсалямов, 2017
© Э.Р. Ахметова, 2017

УДК 620.193

ГЛАВА 13. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ НА КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ

КАЛИЦЕВ ДАВИД МАИРБЕКОВИЧ

Магистрант
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Аннотация: В ходе работы был проведен анализ коррозионных процессов под воздействием биологических организмов, также рассмотрены решения возникающих проблем. Особое влияние уделено коррозии в почве под воздействием таких микроорганизмов, как бактерии и грибы.
Ключевые слова: Коррозия, металлических конструкций, бактерии, мицелии, защита от биокоррозии.

EFFECT OF BIOLOGICAL ORGANISMS ON CORROSION PROCESSES THAT OCCUR IN METAL STRUCTURES

Kalitsev David Mairbekovich

Abstract: In the course of the work the analysis of corrosion processes under the influence of biological organisms was carried out, and we also considered solutions to emerging problems. Special influence is given to corrosion in the soil under the influence of microorganisms such as bacteria and fungi.
Key words: Corrosion, metal structures, bacteria, mycelium, protection against biocorrosion.

В ходе работы было изучено влияние биологических организмов на разрушение целостности конструкций металлических конструкций.

Коррозия под влиянием биологических организмов, т.е. насекомых, бактерий, грибов, растений и т.д., представляет собой биологическую коррозию. На разрушение металлических конструкций оказывают влияние продукты жизнедеятельности биоорганизмов, в разы ускоряющие процессы коррозии. Материалы также подвергаются непосредственному разрушительному воздействию микроорганизмами и биологическими агентами. Настоящий вид коррозии является сложным и включает в себя физическую, химическую и, в некоторых случаях, электрохимическую коррозию [1].

Основными же видами биокоррозии являются бактериальная и микологическая. Далее в работе более подробно будут рассмотрены именно эти виды коррозии.

Воздействие биологических организмов на металлическую конструкцию может происходить различно. Прежде всего коррозию металлов вызывают минеральные органические кислоты и основания, ферменты и др., называемые агрессивными метаболитами микроорганизмов. Благодаря им создается коррозионно-активная среда, в которой в присутствии воды протекают коррозионные процессы уже по обычным законам электрохимии. Группы микроорганизмов могут создать на поверхности трубопровода, где присутствуют дефекты изоляции или ее вообще нет, наросты и пленки мицелия или слизи, под которыми может развиваться язвенная коррозия в результате разности электрических потенциалов на раз-

личных участках поверхности металла и ассимиляции ионов металлов самими микроорганизмами [2].

Чаще всего встречается бактериальная коррозия и она же наиболее разрушительна, так как она встречается и в воде, и в почве, и даже в топливе при наличии бактерий, которые могут приспособиться к всевозможным окружающим условиям [3]. Такой вид биокоррозии может протекать при pH среды от 1 до 10,5 и температуре от 6 до 40 ^{0}C при присутствии различных органических и неорганических веществ. Как правило, в подобном процессе участвуют бактерии многих видов, связанные между собой. Часто бактерии одного вида создают благоприятные условия для других видов. Наиболее интенсивная коррозия в почве происходит в болотистых местах (pH = 6,2–7,8), которые насыщенны органическими остатками, с пониженным содержанием кислорода. Для трубопроводов же поверхность становится анодом по отношению к участкам, контактирующим с более аэрированной почвой, из-за чего коррозия усиливается.

Отличительной характерной чертой коррозии металлоконструкций под воздействием сульфатредуцирующих микроорганизмов является то, что она проходит в анаэробных условиях и свойственна для находящийся под землей сооружений и систем, находящихся в плотных глинистых и водоносных пластах грунта. Основой углерода для них служат органические элементы. Необходимо обозначить, то что микробиологическая коррозия данного вида, как правило, считается вторичным процессом и формируется следом за обыкновенной электрохимической коррозией.

С деятельностью железобактерий объединяют микроорганизменную аэробную коррозию металлоизделий. Образовываясь на них, бактерии формируют осклизлые скопления, имеющие высокую механическую стабильность, предопределенную волокнистую структуру капсул железобактерий. Коррозия начинается с образования на поверхности желтоватых либо темно-коричневых налетов, либо каверн, состоящих из гидроксида трехвалентного железа. Каверны возникают, как правило, на неровностях изделий, доступ кислорода к ним затруднен. Таким образом, формирование железобактерий приводит к образованию на поверхности металла зон с разной степенью аэрации. Появление коррозионного тока обуславливается образованием пар дифференциальной аэрации с разными значениями электродных потенциалов, устанавливающихся на участках, покрытых кавернами и свободных от них. Зоны под кавернами действуют как аноды, в хорошо аэрируемых местах с более высоким потенциалом протекает катодная реакция деполяризации.

В участках скопления железобактерий прослеживается огромное количество нерастворимых железистых соединений, которые повышают неоднородность поверхности [4]. Данное явление также оказывает огромное воздействие на скорость почвенной коррозии.

Помимо этого, в следствии активного потребления кислорода железобактериями и увеличения отложений $Fe(OH)_3$ анаэробные условия на анодных местах усугубляются, что приводит к повышению разницы потенциалов между катодом и анодом и тем самым процесс коррозии ускоряется [5].

Микологическая коррозия – разрушение металлических конструкций при влиянии агрессивных сред, формирующихся в следствии жизнедеятельности мицелиальных (несовершенных, плесневых) грибов. Такой вид коррозии считается частным случаем биоразрушения материй [6]. Видовое многообразие грибов, а также их высокая адаптация к условиям обитания приводят к тому, что объем поврежденных ими использованных материалов, существенно превосходит объем материалов, поврежденных бактериями.

Метаболиты многочисленных грибов стимулируют процесс коррозии черных и цветных металлов [6]. Биокоррозия под воздействием грибов свойственна для атмосферных и почвенных условий. В участках с ограниченным воздухообменом, где формируются подходящие для формирования грибов температурно-влажностные условия, оказавшиеся на поверхность металла совместно с загрязнениями споры грибов, могут вызвать коррозию металлов. Выросшие на загрязненных поверхностях мицелии грибов способны в последующем сохранять влагу даже при снижении сравнительной влажности находящегося вокруг воздуха до 60% и ниже. Увеличение содержания влаги в присутствии мицелия формирует дополнительные благоприятные условия для развития коррозии. Грибы родов Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Cladosporium и др. считаются представителями, вызывающих биокоррозию в различных погодных зонах.

Биокоррозия, вызываемая мицелиальными грибами, обладает отличительными свойствами и характерными чертами [6, 7]. Мицелиальные грибы не содержат хлорофилла и согласно методу питания, относятся к гетеротрофам, т. е. употребляют углерод из готовых органических соединений, в том числе из ядов (цианидов, фенола и др.). По этой причине на поверхности чистого, незагрязненного металла, не обладающего контакта с органическими материалами, к примеру смазками, полимерными пленками, красками и др., они не могут развиваться. Биокоррозия металлов под воздействием грибов носит в связи с этим, как бы вторичный характер. Вначале грибы поселяются и формируются на органических материалах, контактирующих с металлом, а потом мицелий, распространяясь на металл, вызывает коррозию своими метаболитами — кислотами, ферментами.

Разрастанием гиф и спор грибы размножаются. На формирование отдельных типов грибов могут влиять воздушные среды, включающие углекислоту, аммиак, этиловый спирт и прочие элемента. Вода, которая является основной частью клеточного туловища гриба, – главное условие формированию грибов. Пылевидные частицы, которые оседают на поверхность металлической конструкции, могут включать споры грибов, а также органические соединения, необходимые для питания грибницы. Большое воздействие на прорастание спор оказывает температура, интервал жизнедеятельности грибов довольно широк (0—45° С), при этом любой тип мицелиальных грибов обладает собственным температурным оптимумом. Негативное воздействие на рост грибов оказывает движение воздуха, которое препятствует оседанию спор на поверхность материала и повреждает мицелий. Для формирования грибковых образований неблагоприятно существенное увеличение pH (защелачивание), либо снижение pH (подкисление). Биохимические реакции жизнедеятельности мицелиальных грибов можно разбить на 2 категории: реакции, идущие с поглощением энергии, которые ведут к формированию клеточного материала; реакции, проходящие с освобождением энергии, ведут к формированию метаболитов. Коррозионные процессы увеличит 2-ая категория, так как содержит разнообразные органические кислоты. Грибы – продуценты десятков органических кислот. Кислотообразующая способность грибов зависит от их типа. Aspergillus – одни из самых сильных кислотообразователей [7].

Формирование микологической коррозии подразделяется на несколько этапов: первый этап – формирование микроколоний, их развитие, возникновение метаболических продуктов и локальное скопление электролитов с избыточным содержанием ионов водорода; второй этап – возникновение электрохимических компонентов на поверхности металла; третий этап – в следствии захвата протонов (электронов) грибами и продуктами их жизнедеятельности, происходит появление катодной (анодной) деполяризации.

Защита конструкций от биологической коррозии.

Благодаря защите от коррозии подземных трубопроводов и конструкций скорость их разрушения уменьшается в разы. Самые разнообразные методы применяются для защиты металлических конструкций от почвенной коррозии [5, 8, 9]. Главными методами защиты металлоконструкций от почвенной коррозии являются: использование защитных покрытий и изоляций, электрохимическая защита, создание искусственной среды, специальные методы укладки. Комплексную защиту от подземной коррозии применяют очень часто, особенно в высококоррозионых грунтах.

Защиту от почвенной (биологической) коррозии подразделяют на пассивную (изоляция конструкции от воздействия внешней среды, специальные методы укладки и т.д.) и активную (электрохимическую).

Конструкции покрывают материалом, задерживающую процесс коррозии и защищая металл от воздействия внешних факторов (лакокрасочный, полимерный, который содержит антикоррозионные вещества и др.). Обработка поверхности конструкции бактерицидными средствами (содержащие хлор, формалин и т.п.) – основной способ для защиты конструкций от биокоррозии. Бактерицидные вещества очень часто вводят в состав лакокрасочных материалов и других видов покрытий. Но такой способ защиты достаточно дорогой и не всегда возможен.

В практике очень часто применяется катодная защита для борьбы против почвенной коррозии [9]. Благодаря этому методу скорость почвенной коррозии снижается существенно (сводится к минимуму). Для защиты сварных металлических оснований, буровых платформ, подземных трубопроводов их

подключают в качестве катода к внешнему источнику тока. В качестве анода используются вспомогательные инертные электроды (рельсы и другие отходы черного металла, которые помещают в грунт рядом с трубопроводом, старые стальные трубы и т.д.).

Трубопровод превращается в катод без постороннего источника тока при протекторной защите. В качестве анода используется металлический стержень, который помещается в грунт рядом с трубопроводом. Металл анода подбирается таким образом, чтобы у него был более отрицательный электрохимический потенциал, чем у железа, например, цинк, магний, алюминий и их сплавы. В образованной гальванической паре коррозирует протектор (анод), а трубопровод защищен от коррозии.

Ионы металлов (продукты коррозии) попадают во внешнюю среду в результате протекания процессов коррозии. Известно, что микроорганизмы используют ионы металлов как источник микроэлементов, акцепторов электронов или энергии. Однако известно и обратное, токсическое воздействие металлов на клетки [9].

Появилось очень много гипотез, которые объясняют способ токсического действия ионов металлов на биологические организмы. В свете современных воззрений ионы металлов сорбируются клеточной оболочкой, выполняющая функцию защиты. При проникновении внутрь клетки, они ингибируют ферменты дыхательной цепи, разобщают процессы окисления, а также окислительного фосфорилирования, в результате чего клетка гибнет. Кроме того, возможно свертывание белков цитоплазмы.

Изучение воздействия металлов на клетки микроорганизмов имеет огромное значение как для выявления механизмов их адаптации к неблагоприятным, экстремальным условиям жизни, так и для определения их биоцидного действия.

Список литературы

1. Огрель Л. Ю., Володченко А. Н., Шевцова Р. Г. Коррозия и защита строительных материалов и конструкций: Учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 170 с.
2. Андреюк Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А. Микробная коррозия и ее возбудители. Киев: Наук. думка, 1980. 286 с.
3. Костицына И.В., Паршуков В.П., Бирюков А.И., Тюрин А.Г. Оценка стойкости углеродистых и низколегированных сталей к бактериальной коррозии //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия. 2011. № 12 (229). С. 54-57.
4. Букреева В.Ю., Трубицын И.В., Дубинина Г.А., Грабович М.Ю., Епринцев А.Т. Биологическая активность ассоциатов железобактерий при лабораторном моделировании песчаных фильтров в зависимости от условий внешней среды // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2011. № 1. С. 75-79.
5. Бойчук В.А., Громаков Н.С. Коррозия и защита металлов: Методические указания для студентов. Казанский гос.архитектурно-строительный университет. Казань, 2005. 28с.
6. Заикина Н.А., Дуганова Н.В. Образование органических кислот грибами, выделенными с образцов, пораженных биокоррозией. // Микология и фитопатология. Т.9, №4. 1975. с.303.
7. Герасименко А.А. Микромицетная коррозия металлов. II. Коррозионные электрохимические исследования. Электронная микроскопия. Механизм // Защита металлов. - 1998. - №4. - С.350-359.
8. Герасименко А.А. Микромицетная коррозия металлов. I. Идентификация. Культивирование микромицетов, коррозионные гравиметрические исследования // Защита металлов. - 1998. - №2. - С.192207.
9. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: справочник: в 2 т. / под ред. А. А. Герасименко. М., 1987.

© Д.М. Калиецв, 2017

УДК 574.42+004.942

ГЛАВА 14. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ УГЛЕРОДА В ТРАВЯНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ШВЕЦОВ СЕРГЕЙ ГЕОРГИЕВИЧ
к.б.н., доцент кафедры почвоведения и оценки природных ресурсов
ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет
ВОРОНИН ВИКТОР ИВАНОВИЧ
д.б.н., зав. лабораторией биоиндикации экосистем
ФГБУН Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН

Аннотация: Результаты компьютерных экспериментов показали, что взаимоотношения между компонентами экосистемы проявили признаки доминантности, синергизма и антагонизма (конкуренции). Реакция экосистемы на температурное воздействие развивалась согласно принципу Ле-Шателье. При сезонных и многолетних колебаниях теплового режима в экосистеме возникали вынужденные колебания содержания углерода фитомассы и почвенной микробиоты, которые следовали противофазно друг другу. Средние многолетние значения этих показателей не зависели от регулярности или случайности сезонных колебаний теплового режима, если эти колебания происходили в одних и тех же температурных пределах.
Ключевые слова: травяная экосистема, круговорот углерода, изменение температуры, математическое моделирование.

INFLUENCE OF MEDIUM TEMPERATURE ON MULTIYEAR DYNAMICS OF CARBON IN HERBAL ECOSYSTEM: MATHEMATICAL MODELING

Shvetsov Sergey Georgievich,
Voronin Victor Ivanovich

Abstract: The results of computer experiments showed that the relationship between ecosystem components identified signs of dominance, synergy and antagonism (competition). The response of ecosystem to temperature effects evolved in accordance with the principle of Le Chatelier. During seasonal and multi-year fluctuations of thermal regime in the ecosystem there were forced fluctuations of carbon phytomass and soil microbiota that followed antiphase to each other. The multiyear averages of these indicators not depended on the regularity or randomness of seasonal fluctuations in heat mode, if these fluctuations occur in the same temperature range.
Keywords: herbal ecosystem, carbon cycle, temperature change, mathematical modeling.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение природных экосистем сопряжено с рядом трудностей, среди которых можно выделить а) необходимость очень продолжительного (в течение нескольких их лет) мониторинга различных показателей состояния экосистемы и б) невозможность управления климатическими условиями. Компенсировать эти трудности помогает метод математического моделирования, который широко использовался для изучения организации и функционирования биосферы [3, 7, 13]. Математическое моделирование применялось при изучении круговорота различных элементов в экосистемах и, в первую очередь, углерода как основы органического вещества [1, 4, 5, 6]. Большое внимание уделялось моделированию травяных экосистем в их естественном и антропогенно-измененном состоянии [12, 14]. Актуальной темой остается реакция таких экосистем на сочетание сезонных и многолетних колебаний гидротермических условий среды [4]. В связи с этим, целью настоящей работы было на качественном уровне изучить закономерности многолетней динамики углерода в составе основных компонентов биомассы в травяной экосистеме в зависимости от сезонных и многолетних изменений теплового режима. Для этого использовалась простая (динамическая, детерминированная, с сосредоточенными параметрами, балансовая) математическая модель экосистемы [1, 14]. Концепция математической модели экосистемы, в значительной степени, основывалась на общих принципах строения и функционирования травянистых экосистем [11, 12, 14] и на результатах натурных экспериментов в почвенно-климатических условиях Южной Сибири [9, 10].

В процессе компьютерных экспериментов изучалась одно- и многолетняя динамика содержания углерода в составе растений и почвенной микробиоты, органических остатках и гумусе почвы, а также динамика содержания доступных элементов питания в почве в зависимости от изменения среднесуточной температуры, суммы биологически активных температур и продолжительности вегетационного периода.

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ДАННОЙ РАБОТЕ

ММЭ – математическая модель экосистемы; Ф – количество углерода в составе растений (фитомасса); М – количество углерода в составе почвенных микробов (микробомасса); Г – количество углерода в составе почвенного гумуса; О – количество углерода в составе органических остатков в почве (мортмасса); Р – количество углерода в составе низкомолекулярных органических продуктов разложения мортмассы в почвенном растворе; S – сумма минеральных элементов питания, содержащихся в почвенном растворе; П – количество минеральных элементов питания, связанных с почвенным поглощающим комплексом; МСТ – максимальная в вегетационном периоде среднесуточная температура воздуха, ^{o}C; ФМ – максимальное накопление углерода фитомассы за вегетационный период; МП – переходящее в следующий вегетационный период количество углерода микробомассы; ОП – переходящее в следующий вегетационный период количество углерода мортмассы; РП – количество углерода низкомолекулярных органических продуктов разложения мортмассы, переходящее в следующий вегетационный период; ГП – количество углерода гумуса в почве, переходящее в следующий вегетационный период; SП – масса минеральных элементов питания в почвенном растворе, переходящая в следующий вегетационный период.

КОНЦЕПЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКОСИСТЕМЫ

Математическая модель экосистемы (ММЭ) состояла из 2-х подмоделей: 1) круговорота углерода в составе фитомассы, микробомассы, гумуса, остатков отмершей фитомассы и микробомассы (мортмассы), содержащихся в почвенном растворе низкомолекулярных соединений, выделившегося из системы CO_2 и 2) суммы элементов минерального питания в составе фитомассы, микробомассы, гумуса, остатков отмершей фитомассы и микробомассы (мортмассы), почвенного поглощающего комплекса и почвенном растворе (рис.1, 2).

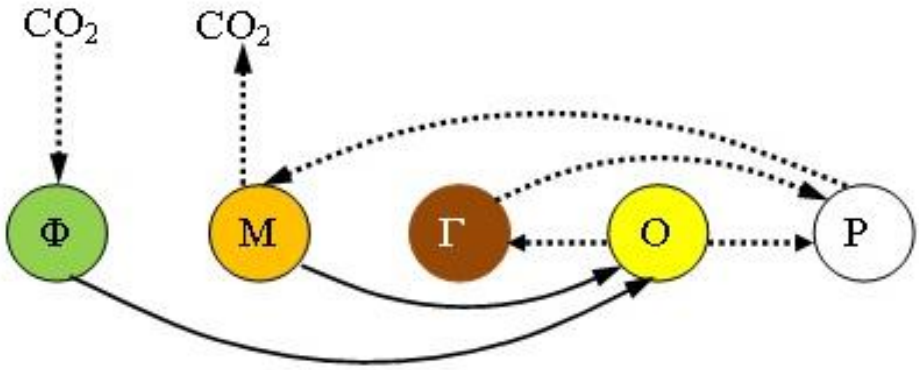


Рис. 1. Основные структурные компоненты и потоки углерода в математической модели экосистемы. Углерод в составе: Ф – фитомассы, М – микробомассы, Г – гуминовых веществ, О – массы отмерших растений и микроорганизмов, Р – низкомолекулярных органических соединений в почвенном растворе. Пунктирные линии – биотические процессы, сплошные линии – абиотические процессы.

В качестве показателей состояния системы использовались усредненные значения (мг) компонентов в расчете на 1 кг сухой почвы. При таком подходе 1-му м^2 поверхности соответствовали примерно 300 кг почвы при толщине слоя 25 см. Единица измерения времени – час. В качестве внешних экологических факторов использовались среднесуточная температура воздуха (T, ^{o}C) и атмосферные осадки (W, мм), динамика которых в вегетационном цикле задавалась отдельными математическими зависимостями (рис. 3).

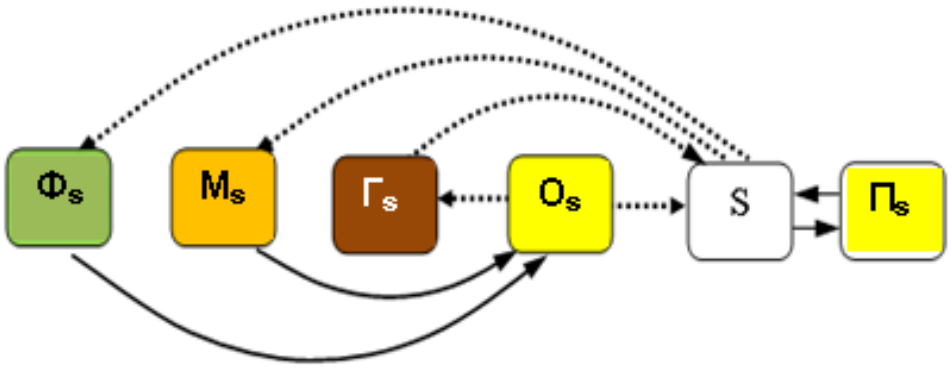


Рис. 2. Процессы и компоненты, участвующие в формировании пула водорастворимых форм элементов минерального питания в математической модели экосистемы. Пунктирные линии – биотические процессы. Сплошные линии – небиотические процессы. Элементы минерального питания в составе: $Ф_S$ – фитомассы, $М_S$ – микробомассы, $Г_S$ – гуминовых веществ, $О_S$ – массы отмерших растений и микроорганизмов, S – **почвенного раствора, $П_S$ – поглотительного комплекса почвы**

В таблице 1 показаны соответствующие максимальной (в вегетационном цикле) среднесуточной температуре воздуха (МСТ) показатели теплового режима - сумма положительных температур, сумма биологически активных температур >10 ^{o}C, продолжительность теплого периода и продолжительность периода роста фитомассы. Можно видеть, что при увеличении МСТ эти показатели также увеличиваются.

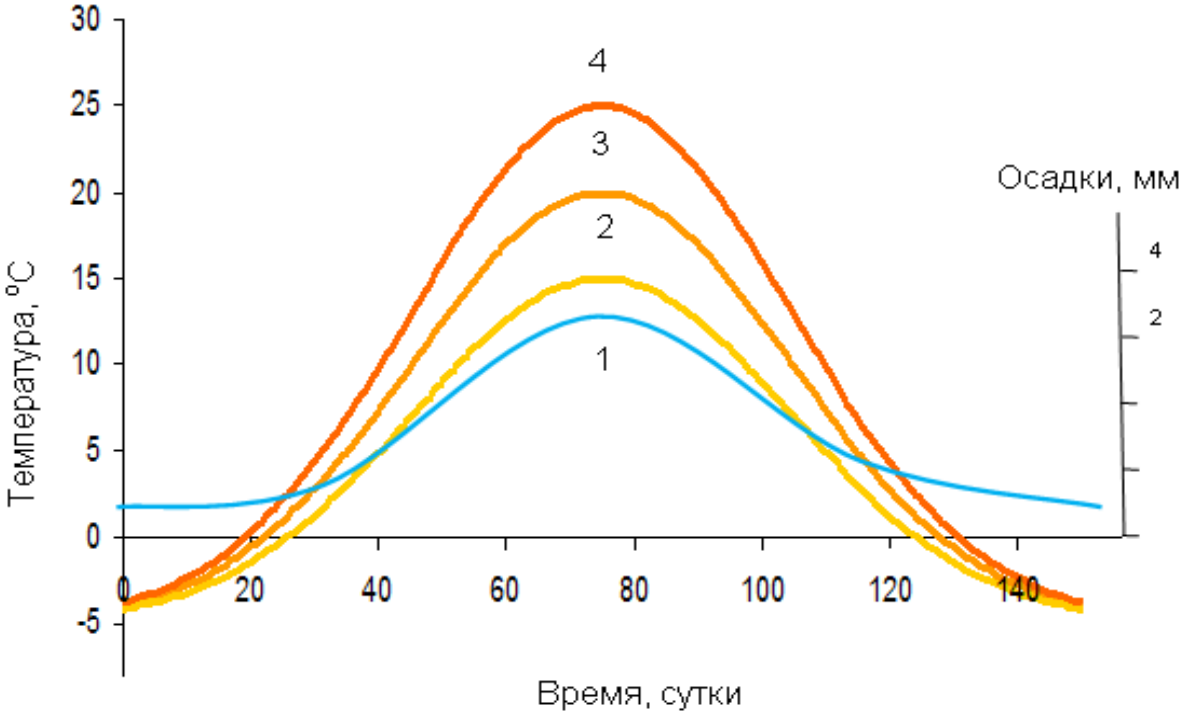


Рис. 3. Гидротермические условия при математическом моделировании экосистемы – изменение среднесуточных показателей увлажнения (1) и температуры воздуха при максимальной температуре 15° (2), 20° (3) и 25° (4) в ходе вегетационного периода.

Таблица 1

Максимальная среднемесячная температура воздуха и тепловой режим вегетационного цикла математической модели экосистемы

Максимальная среднесуточная температура воздуха, °С	15	20	25
Сумма среднесуточных температур >10 °С	607	994	1367
Сумма среднесуточных температур > 0 °С	861	1206	1557
Продолжительность теплого периода, сутки	98	106	112
Продолжительность роста фитомассы, сутки	45	60	70

Динамика происходящих в экосистеме процессов представлялась в виде связанных между собой балансовыми отношениями дифференциальных уравнений, составленных по принципам химической кинетики. Скорость изменения количества углерода в фитомассе ($Ф$) описывали в традиционном виде:

$$dФ/dt = V_{аф} – V_{rф} – V_{dф},$$

где $V_{аф} = k_{аф}m_{tф}n_{wф}SФ$ - скорость изменения количества углерода биомассы в результате ассимиляции атмосферного углерода и поглощения элементов минерального питания из почвенного раствора (S); $V_{rф} = k_{rф}m_{tф}n_{wф}Ф$ — расходование углерода фитомассы на дыхание; $V_{dф} = k_{dф}Ф$ — уменьшение количества углерода за счет отмирания фитомассы; $m_{tф} = f_1(T)$ и $n_{wф} = f_2(W)$ – зависящие от температуры воздуха и влажности безразмерные, изменяющиеся от 0 до 1, параметры. Соответственно, для микробной массы (M):

$$dM/dt = V_{aм} – V_{rм} – V_{dм},$$

где $V_{aм} = k_{aм}m_{tм}n_{wм}SPM$ - скорость роста углерода микробомассы за счет потребления органических соединений (P) и элементов минерального питания из почвенного раствора (S); $V_{rм} = k_{rм}m_{tм}n_{wм}M$ — расходование углерода микробной массы на дыхание; $V_{dм} = k_{dм}M$ — уменьшение количества углерода микробов за счет их отмирания; $m_{tм} = f_3(T)$ и $n_{wм} = f_4(W)$ – зависящие от температуры воздуха и влажности безразмерные параметры, изменяющиеся от 0 до 1.

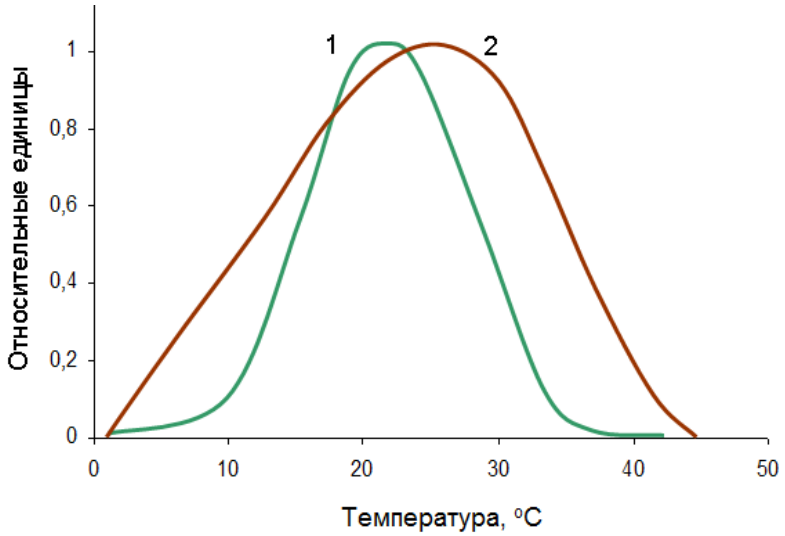


Рис. 4. Изменение параметров интенсивности накопления углерода фитомассы ($m_{tф} = f_1(T)$, 1) и микробомассы ($m_{tм} = f_3(T)$, 2) от температуры среды.

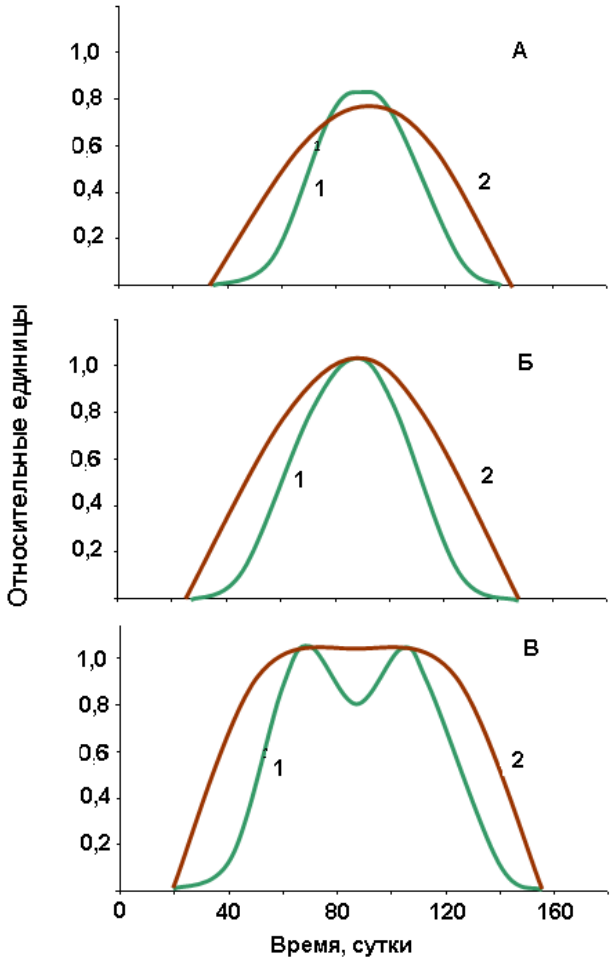


Рис. 5. Изменение параметров интенсивности накопления углерода фитомассы ($m_{tф} = f_1(T)$, 1) и микробомассы ($m_{tм} = f_3(T)$, 2) в вегетационном периоде математической модели экосистемы при заданной максимальной среднесуточной температуре 15° (А), 20° (Б) и 25° (В).

На рисунке 4 показана зависимость параметров накопления углерода фитомассы ($m_{tф} = f_1(T)$) и микробомассы ($m_{tм} = f_3(T)$) от температуры воздуха, принятая в настоящей ММЭ. Так как температура воздуха закономерно изменялась в вегетационном периоде, с течением времени изменялась и величина параметров накопления углерода фитомассы и микробомассы. Характер их изменения различался при разных заданных максимальных значениях среднесуточной температуры (рис. 5). Кинетические коэффициенты соответствующих процессов ($k_{i,j}$) вычислялись по специальным алгоритмам с помощью программных средств EXCEL.

Моделирование на компьютере осуществлялось с помощью «пошагового» (1 час) вычисления значений переменных, входящих в систему уравнений, описывающих скорости рассматриваемых процессов. Продолжительность одного вычислительного цикла, соответствующего вегетационному периоду – до 4000 часов (шагов), что соответствует примерно 6 месяцам. Динамика изменения содержания углерода в составе фитомассы и микробомассы в ходе вегетационного цикла показана на рисунке 6.

При изучении многолетней динамики показателей экосистемы проводился ряд последовательных циклов вычислений (до 50 циклов), в которых конечные показатели предшествующего цикла служили начальными условиями для последующего цикла. Если при вычислениях использовались одни и те же гидротермические условия, то основные переменные ММЭ после определенного количества циклов, приходили к стационарному состоянию. При этом максимальное содержание углерода в составе фитомассы, и в составе других переменных (на момент окончания вегетационного периода), уже не изменялось (рис. 7—10, табл. 2).

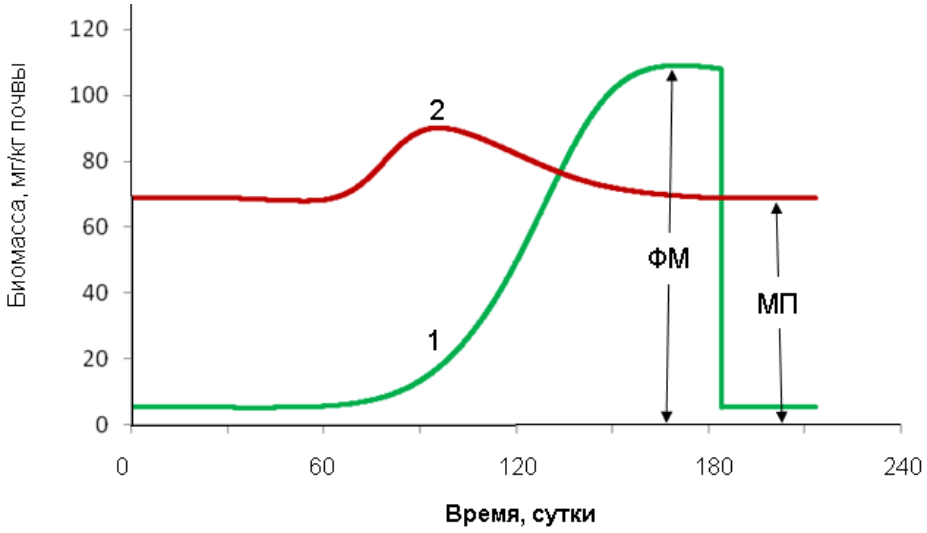


Рис. 6. Изменение содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) в вегетационном цикле математической модели экосистемы при максимальной среднесуточной температуре 20°. МФ – максимальное накопление фитомассы, МП – переходящая в следующий цикл микробомасса.

В качестве показателей состояния экосистемы при изучении многолетней динамики в данной работе рассматривались максимальное содержание углерода в составе фитомассы (ФМ) и «переходящие» в следующий вегетационный цикл количество углерода в микробомассе (МП), мортмассе (ОП), водорастворимой органике (РП) и выделившийся за цикл CO_2. ММЭ в стационарном состоянии при МСТ 20 °С и сумме осадков 300 мм в вегетационном цикле использовалась как исходный вариант для компьютерных экспериментов.

РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

На рисунке 7 показано действие кратковременного (в течение 1 цикла) понижения максимальной температуры с 20 до 15 °С. В результате произошло резкое снижение (почти в 3 раза) ФМ и одновременное повышение (на 15%) МП.

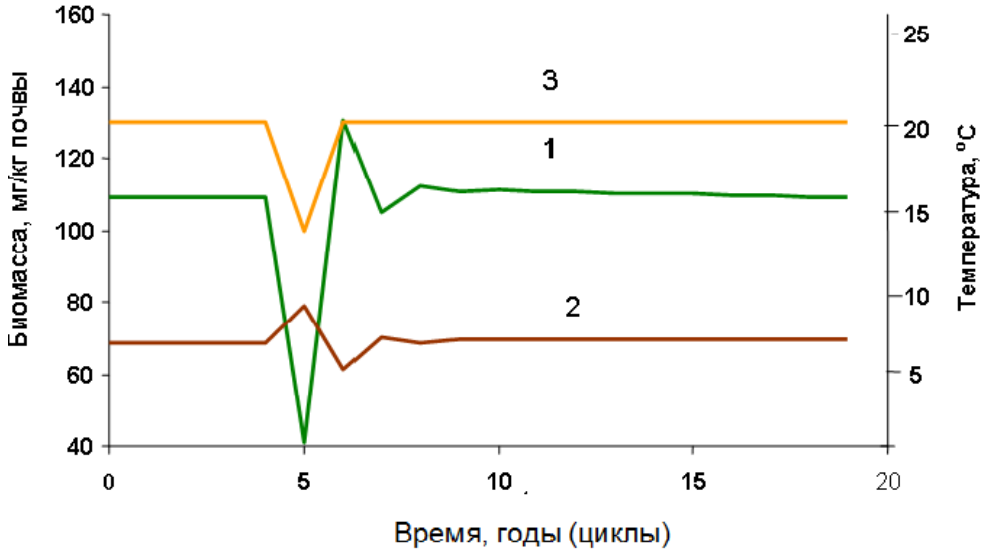


Рис. 7. Влияние похолодания в одном вегетационном периоде на последующую многолетнюю динамику содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2). 3 – максимальная среднесуточная температура воздуха в вегетационном периоде

Последующее восстановление температуры до прежнего уровня привело ФМ сначала к превышению исходного значения на 20%, а затем к возвращению к исходному. МП в этих условиях сначала понижалась, а затем также восстанавливала исходное значение.

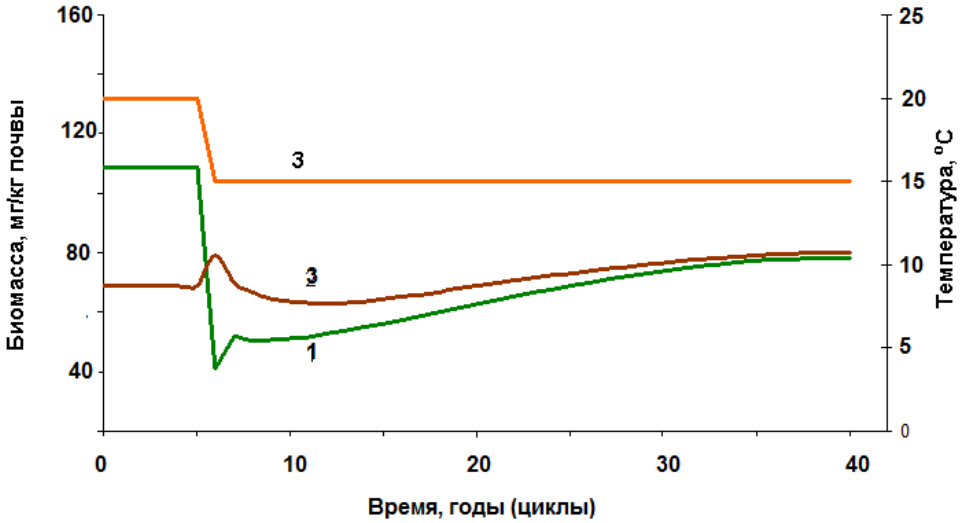


Рис. 8. Динамика содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) после перехода экосистемы на пониженный температурный режим. 3 – максимальная среднесуточная температура в вегетационном периоде

Если же после снижения до 15 °С температура оставалась постоянно на этом уровне, то ФМ, достигнув минимального значения в первом цикле, начинала медленно повышаться и, через 30-35 циклов, достигала постоянного, но более низкого, по сравнению с исходным значением, уровня. МП в этих условиях, медленно увеличиваясь, достигала (также через 30-35 циклов) постоянного, несколько более высокого, по сравнению с исходным, уровня (рис. 8). На основании анализа динамики ФМ и МП, наблюдаемой в этом эксперименте можно сказать, что через 30-35 циклов после перехода к постоянному более холодному тепловому режиму, экосистема переходит в новое стационарное состояние, характеризующееся другими величинами основных показателей (табл. 2).

На рисунке 9 показано действие кратковременного (в течение 1 цикла) повышения максимальной температуры до 25 °С. В результате произошло увеличение ФМ и одновременное небольшое снижение МП. Если же после повышения до 25 °С температура оставалась постоянно на этом уровне, то ФМ, достигнув максимального значения в первом цикле, начинала медленно понижаться, и через 20-25 циклов достигала постоянного, более высокого, по сравнению с исходным значением, уровня. МП в этих условиях изменялась незначительно (рис. 10).

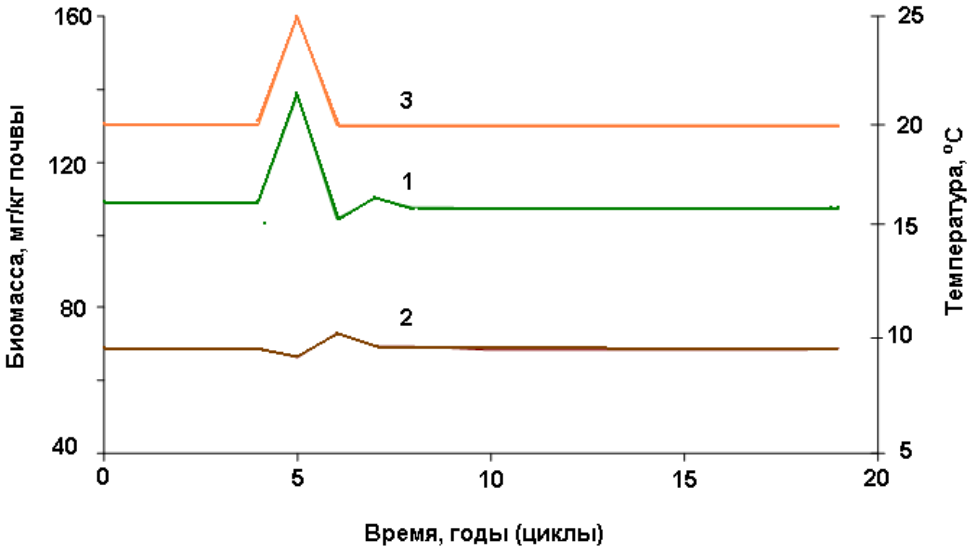


Рис. 9. Влияние потепления в одном вегетационном периоде на последующую многолетнюю динамику содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2). 3 – максимальная среднесуточная температура воздуха в вегетационном периоде

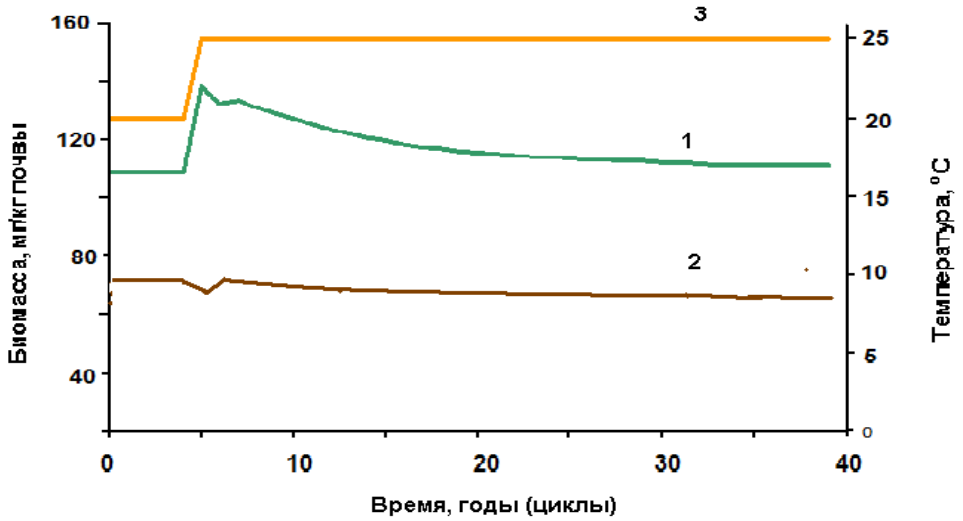


Рис. 10. Динамика содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) после перехода экосистемы на повышенный температурный режим. 3 – максимальная среднесуточная температура в вегетационном периоде

На основании анализа динамики ФМ и МП, наблюдаемой в этом эксперименте можно сказать, что через 20-25 циклов, после перехода к постоянному более теплому режиму, экосистема переходила в новое стационарное состояние, характеризующееся другими величинами основных показателей (таблица 2). В частности ФМ увеличивалась на 8%, а МП изменялась незначительно. При этом отношение ФМ:МП увеличивалось от 1,6 при 20°С до 1,8 при 25 °С.

Таблица 2

Стационарные значения углерода (мг/кг почвы) в составе фитомассы (ФМ), микробомассы (МП), гумуса (ГП), выделившейся за вегетационный цикл CO_2 и суммы элементов минерального питания (SП) при разных значениях максимальной среднесуточной температуры (МСТ, °С) в вегетационном цикле математической модели экосистемы

МСТ	ФМ	МП	ГП	CO_2	SП	ФМ+МП	ФМ+МП-CO_2
15	71	79	22524	70	2,2	150	80
20	109	69	22280	99	2,0	178	79
25	118	66	22341	105	1,9	184	79

Следующая серия вычислительных экспериментов относилась к рассмотрению влияния межсезонных колебаний теплового режима на многолетнюю динамику изучаемых показателей экосистемы. На рисунке 11 изображена многолетняя динамика ФМ и МП в условиях ритмического изменения максимальной температуры воздуха от 15 °С до 25 °С (и наоборот) в каждом последующем цикле. Можно видеть, что колебания теплового режима вызывали вынужденные колебания ФМ и МП. При этом колебания ФМ были синхронными с колебаниями температуры, а колебания МП происходили в противофазе с ними. Наиболее сильно изменялась величина ФМ: с 160 мг/100 г почвы до 45 мг/100 г почвы. Амплитуда колебаний МП (при температуре 25 °С) была менее значительной – от 60 до 85 мг/100 г (при температуре 15 °С). Характерно, что наибольшие и наименьшие значения ФМ и МП, после нескольких первых колебаний достигали постоянных значений. Колебания температуры не оказали существенного влияния на средние многолетние величины ФМ и МП, которые оказались близки к таковым при постоянной многолетней температуре 20 °С.

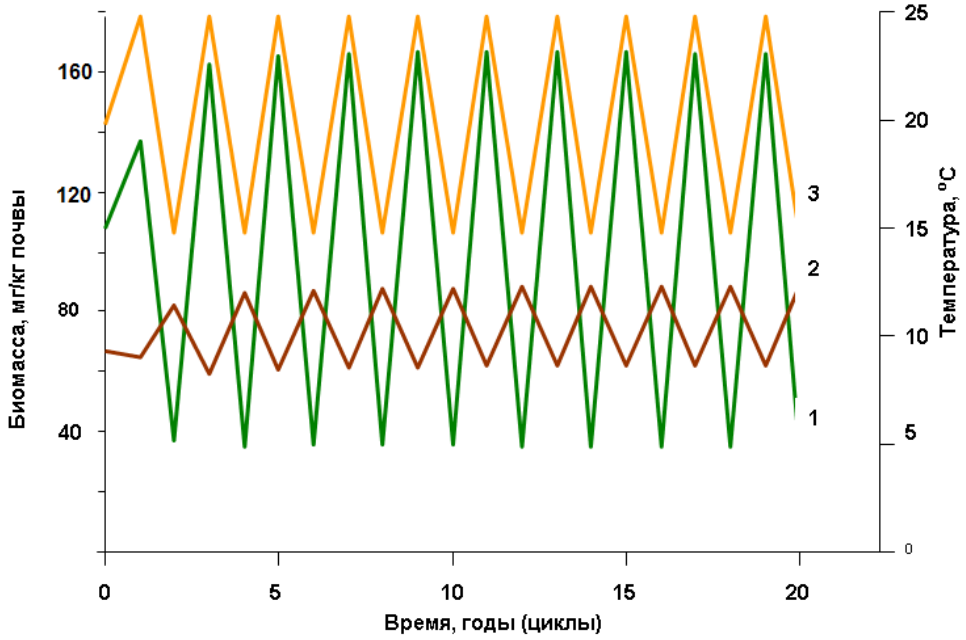


Рис. 11. Влияние регулярного колебания температурного режима, в последовательности МСТ (3): 25-15-25-15-25-15- … °С, на динамику содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) в математической модели экосистемы

Ритмичные изменения температуры воздуха с увеличенным вдвое периодом (в последовательности 20-15-20-25-20-15-20-25- ….), также приводили к вынужденным колебаниям ФМ и МП. Как и в первом случае колебания ФМ происходили синхронно с колебаниями температуры, а колебания МП происходили в противофазе с ними. Экстремальные значения ФМ и МП (при температурах 15° и 25°) и,

со временем, устанавливались на одном уровне. Однако при этом наблюдались и некоторые отличия: 1) уменьшилась амплитуда экстремальных значений от 140 до 45 мг/100 г для ФМ и от 65 до 80 мг/100 г для МП; 2) проявилась ассиметрия в динамике колебаний ФМ и МП.

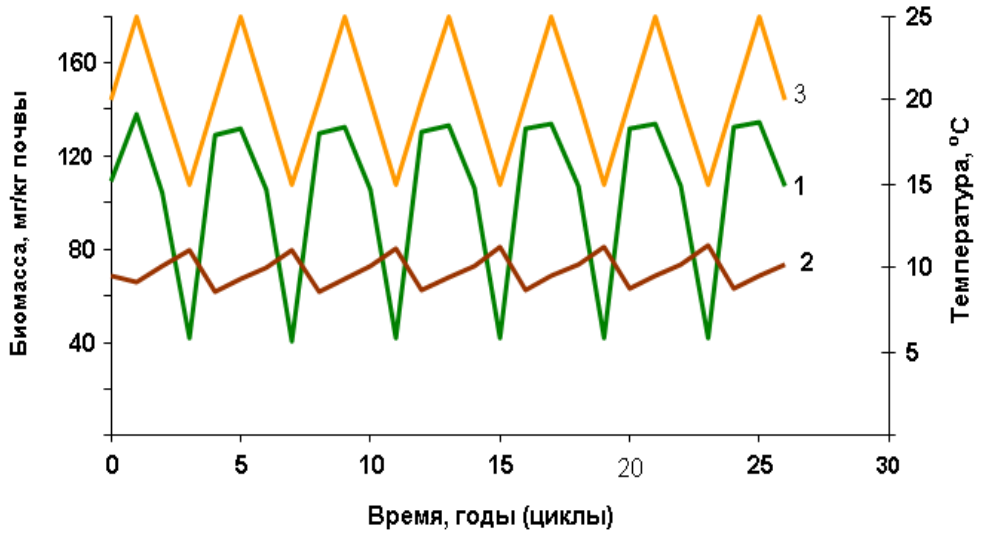


Рис. 12. Влияние регулярного колебания температурного режима, в последовательности МСТ (3): 20-25-20-15-20-25-20-15-20- … °С, на динамику содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) в математической модели экосистемы

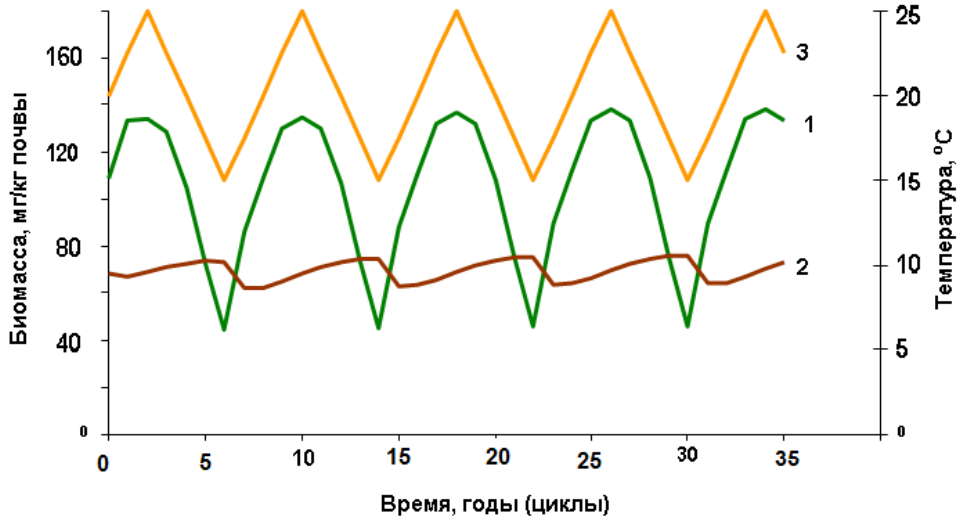


Рис. 13. Влияние регулярного колебания температурного режима в последовательности МСТ (3): 20-22,5-25-22,5-20-17,5-15-17,5-20- … °С, на динамику содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) в математической модели экосистемы

Подобные закономерности наблюдались при дальнейшем увеличении периода ритмических колебаний температуры (в последовательности 20-17,5-15-17,5-20-22,5-25-20-… °С): синхронные колебания температуры и ФМ и противофазные к ним колебания МП; уменьшение максимальной амплитуды колебаний ФМ и МП; ассиметрия в динамике колебаний ФМ и МП; (рис. 13). Последнее отличие (ассиметрия кривых на графике) приводит к тому, что значения переменных при одной и той же температуре 20 °С зависят от температуры в предшествующем цикле (рис. 14). Средние многолетние значения основных показателей близки к таковым у базовой модели

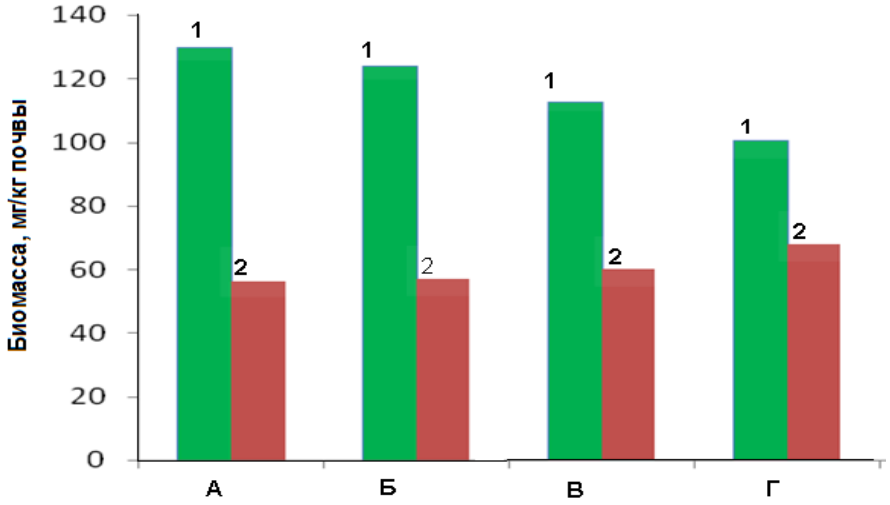


Рис. 14. Накопление углерода фитомассы (ФМ, 1) и микробомассы (МП, 2) в вегетационном периоде при максимальной среднесуточной температуре 20 °С после предшествующего вегетационного периода с максимальной среднесуточной температурой 15° (А), 17° (Б), 23° (В) и 25° (Г).

На рисунке 15 представлены результаты компьютерного моделирования динамики ФМ и МП при случайных (стохастических) колебаний МСТ в интервале от 15° до 25° С. Значения температуры задавались с помощью «генератора случайных чисел» их пакета программ EXCEL.

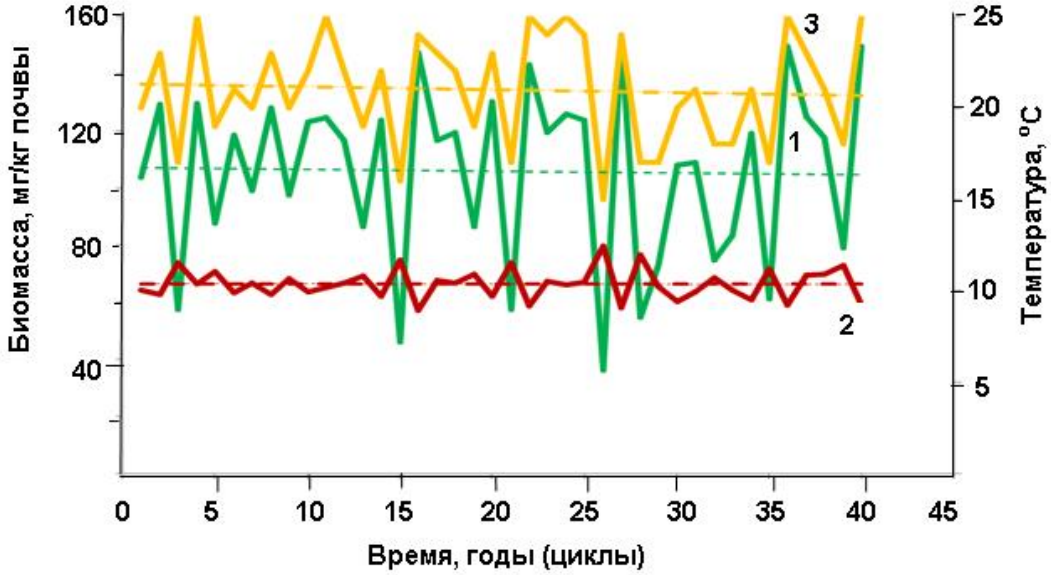


Рис.15. Динамика многолетнего содержания углерода фитомассы (1) и микробомассы (2) в зависимости от случайной последовательности максимальной среднемесячной температуры в вегетационном цикле (3) математической модели экосистемы. Пунктиром обозначены соответствующие линии тренда

Можно видеть, что случайные колебания температуры вызывали соответствующие изменения ФМ и асинхронные к ним колебания МП. Величина показателей биомассы в каждом отдельном цикле была более неопределенной из-за случайной направленности изменения температуры в предшествующих циклах. Несмотря на существенные изменения ФМ и МП от цикла к циклу, их средние многолетние значения оставалось на уровнях, характерных для базовой модели.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты компьютерных экспериментов показали, что взаимоотношения между компонентами математической модели проявляют признаки доминантности, синергизма и антагонизма-конкуренции [1, 4, 5, 8], а заложенная в основу ее построения концепция в целом адекватно отражает особенности реальных экосистем [9, 10, 12, 14]. Некоторые особенности экосистемы легко прогнозируются (еще на вербальном уровне) и проявляются в экспериментах. Например, если растения и почвенная микробиота конкурируют за элементы минерального питания, то их динамика в одних ситуациях будет разнонаправленной (антагонизм). В других ситуациях, когда деятельность микроорганизмов способствует минерализации органического вещества, улучшая условия минерального питания растений, способствует росту фитомассы (синергизм). Важное значение при изучении экосистем имеет характеристика их стационарного состояния, когда противоположно направленные процессы уравновешиваются, а количественные характеристики компонентов не изменяются [7, 14]. Результаты компьютерных экспериментов показывают, что кратковременное (в одном цикле) изменение теплового режима экосистемы, находящейся в стационарном состоянии при 20° С, приводит к нарушению этого состояния и изменению количества углерода в массе растений и почвенной микробиоты, образующихся в вегетационном цикле. После восстановления прежнего теплового режима ФМ и МП быстро, в течение 2-3 циклов, возвращаются к стационарным значениям. Если, после первоначального изменения, температура остается на новом постоянном уровне, то экосистема переходит (в течение 35-40 циклов) в новое стационарное состояние, которое характеризуется уже другими значениями и соотношениями ФМ и МП.

Можно видеть, что реакция модельной экосистемы на внешнее воздействие (тепловой режим) развивается по принципу Ле-Шателье [1, 8], когда нарушение динамического равновесия, существовавшего в системе, приводит к таким в ней изменениям, которые компенсируют это нарушение. Это проявляется в том, что при переходе с температуры 20° С до 15° или 25° новое стационарное состояние характеризуется другими величинами ФМ, МП, CO_2 и концентрации элементов минерального питания в почвенном растворе (табл. 2). То есть увеличение углерода в фитомассе компенсируется с одной стороны, увеличением его в составе микробомассы и выделением из системы CO_2, а с другой – уменьшением концентрации элементов питания в почвенном растворе.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов говорят также о том, что при сезонных и многолетних колебаниях теплового режима в экосистеме возникают вынужденные колебания основных показателей, а ее компоненты находятся в неравновесном (нестационарном) состоянии. Тем не менее, наличие прямых и обратных взаимодействий между компонентами экосистемы определяет стремление экосистемы к стационарности, обеспечивая ее гомеостаз. Это проявляется на разных уровнях. Например, отдельные признаки стационарности наблюдались при колебаниях температуры в фиксированных пределах (15° – 25° С): 1) при регулярных колебаниях теплового режима в экосистеме периодически повторяются одни и те же значения рассматриваемых переменных; 2) независимо от регулярности или случайности колебаний теплового режима, среднее многолетнее количество углерода в биомассе практически не отличалась по величине от этого показателя в стационарной экосистеме при постоянной температуре 20° С. Практическое значение (прогностическое и научно-аналитическое) может иметь выявленная зависимость текущей величины изучаемого компонента (углерод фитомассы или микробомассы) от характера предыдущей его динамики (рис. 14). Очевидно, что в основе этого явления лежит конкуренция растений и почвенной микробиоты за элементы минерального питания и разная их чувствительность к температуре среды.

Список литературы

1. Авдин В.В. Математическое моделирование экосистем: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2004. – 80 с.

2. Гильманов Т.Г. Математическое моделирование биогеохимических циклов в травяных экосистемах. М., 1978, 168 с.

3. Крапивин В.Ф., Свирежев Ю.М., Тарко А.М. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. – М.: Наука. – 1982. – 272 с.

4. Мамихин С. В. Динамика углерода органического вещества и радионуклидов в наземных экосистемах (имитационное моделирования и применение информационных технологий). М., Изд-во Моск. ун-та, 2003, 172с.

5. Мамихин С.В. Воспроизведение температурного и гидрологического режимов почвы в математических моделях сухопутных экосистем. Вестн. Моск. ун-та, Сер. почв., 1997, №3, с.7-10

6. Моделирование динамики органического вещества почв / А.В. Смагин. Н.Б. Садовникова, М.В. Смагина и др.- М.: Изд-воМГУ, 2001.- 120с.

7. Несговорова Н. П., Савельев В. Г. Основы системного анализа и моделирования экологических систем. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. – 234 с.

8. Одум Ю. Экология: В 2 т. - М.: Мир, 1986.

9. Помазкина Л.В. Интегральная оценка влияния техногенного загрязнения и климатических факторов на агроэкосистемы Байкальской природной территории // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. 3 2. С. 193-202.

10. Помазкина Л.В. Новый интегральный подход к оценке режимов функционирования агроэкосистем и экологическому нормированию антропогенной нагрузке, включая техногенное загрязнение почв //Успехи современной биологии. 2004. № 1. Т. 124. С. 66-76.

11. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В.Н. Кудеяров, Г.А. Заварзин, С.А. Благодатский и др. ; [отв. ред. Г.А. Заварзин] ; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. - М. : Наука, 2007. - 315 с.

12. Родин А.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов в основных типах растительности земного шара. М: Изд-во Наука. 1965.

13. Росновский И.Н. Системный анализ и математическое моделирование в почвах: учеб.пособие / Под.ред. д-ра биол.наук С.П. Кулижского. – Томск: Томский государственный университет, 2007. 312 с.

14. Титлянова А.А., Базилевич Н.И., Снытко В.А. и др. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. Новосибирск: Наука, 1988. – 134 с.

УДК 610

ГЛАВА 15. ИЗУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ БЕЛКОВ (ЛАКТОФЕРРИН, ФЕРРИТИН) ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ И В ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

КУЗНЕЦОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ

к.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

ПОТИЕВСКАЯ ВЕРА ИСААКОВНА

д.м.н., главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава России

КАЧАНОВ ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ

к.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

Аннотация: В обзоре описаны современные сведения о строении и свойствах железосодержащих белков – лактоферрине и ферритине. Рассмотрены вопросы о строении, синтезе, функциях, продукции и концентрации этих белков в различных биологических жидкостях организма человека при физиологических и патологических состояниях. Освещены результаты исследований, которые оценивают патогенетическую, диагностическую и прогностическую ценность этих белков в лабораторной диагностике многих заболеваний. Этим белкам ежегодно посвящаются большое количество работ в мировой литературе, в том числе и в России. ЛФ является членом большой семьи трансферрина, вместе с трансферрином, овотрансферрином и меланотрансферрином, ингибиторами карбоангидразы и другими полипептидами. ЛФ вырабатывается эпителиальными клетками слизистых оболочек у различных видов млекопитающих, включая человека, а так же и у многих других обитателей животного мира. Этот многофункциональный гликопротеин обнаруживается в молоке и молозиве, слезах, слюне, вагинальной жидкости, сперме, поте, носовом и бронхиальном секретах, моче и желчи. Ферритин - водорастворимый белок, способный депонировать железо, токсичное для организма, в растворимой, нетоксичной и физиологически доступной форме. Впервые Ф был выделен из селезенки лошади и с тех пор установлено его присутствие не только у высших животных, но и в растениях и микроорганизмах. Синтезируемый в различных органах и тканях Ф в незначительных количествах выделяется в сыворотку, причем в физиологических условиях уровень сывороточного Ф коррелирует с запасами железа в организме.

Ключевые слова: лактоферрин, ферритин, белки острой фазы воспаления, физиологическое состояние, заболевания.

STUDYING OF FERRIFEROUS PROTEINS (LAKTOFERRIN, FERRITIN) AT PHYSIOLOGICAL STATES AND IN LABORATORY DIAGNOSIS OF DISEASES

Kuznetsov Igor Anatolyevich,
Potievsky Vera Isaakovna,
Kachanov Igor Vasilyevich

Abstract: In the review modern data on a structure and properties of ferriferous proteins – the laktoferrena and the ferritena are described. Questions of a structure, synthesis, functions, production and concentration of these proteins in various biological liquids of a human body at physiological and pathological states are considered. Results of researches which estimate the pathogenetic, diagnostic and predictive value of these proteins in laboratory diagnosis of many diseases are covered. Are annually devoted to these proteins a large number of works in the world literature including in Russia. LF is a member of a big family of a transferrin, together with transferriny, ovotransferriny and melanotransferriny, inhibitors of a karboangidraza and other polypeptides. LF is developed by epitelialny cells of mucous membranes at different types of mammals, including the person, and also and at many other inhabitants of fauna. This multipurpose glycoprotein is found in milk and colostrum, tears, saliva, vaginal liquid, sperm, sweat, nasal and bronchial secrets, urine and bile. Ferritin - the water-soluble protein capable to deposit iron, toxic for an organism, in soluble, nontoxical and physiologically available form. For the first time F has been allocated from a spleen of a horse and since then his presence not only at the highest animals, but also in plants and microorganisms is established. Synthesized in various bodies and fabrics F in insignificant quantities it is allocated in serum, and in physiological conditions the level of syvoroktochny F correlates with iron reserves in an organism.
Key words: laktoferren, ferritin, proteins of a sharp phase of an inflammation, physiological state, diseases.

В последние годы возрос интерес к изучению железосодержащих белков – лактоферрина (ЛФ) и ферритина (Ф) в биологических средах человека при большом многообразии заболеваний. Установлено, что эти белки, обладающие определенной физиологической ролью в организме человека (депонирование железа, транспорт и т.п.), рассматривались и как маркеры острой фазы воспаления («острофазовые белки»). В современной науке их рассматривают как гуморальные факторы репаративных процессов, антиперикисной защиты и факторы устойчивости организма к инфекциям.

1.1. Биологическая роль ЛФ. Выделенный из женского молока ЛФ, в концентрации 400 мкг/мл способен in vitro стимулировать экспрессию рецепторов для Fc – фрагмента Ig M и Ig G на лимфоцитах тимуса человека. Эта стимуляция зависит от исходного уровня соответствующих Т-лимфоцитов [1, с.3, 2, с.3]. ЛФ также стимулирует и супрессорную активность макрофагов, благодаря чему подавляется синтез антител В-лимфоцитами [3, с.3]. В результате имеющихся рецепторов для ЛФ на макрофагах и В-клетках, не исключается и прямое воздействие ЛФ на функцию тех и других [2, с.3, 3, с.3], в частности влияние на созревание Т- и В- клеток. Кроме воздействия ЛФ на иммунокомпетентные клетки через рецепторы или через интерлейкины [4, с.3, 5, с.3, 6, с.3], обнаружена его способность ингибировать фиксацию С3- компонента комплемента с иммунными комплексами, а это приводит к растворению преципитатов. Таким образом, ЛФ является регулятором как клеточных, так и гуморальных иммунологических реакций. Имеются работы, посвященные изучению влияния ЛФ на гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор. В них показано, что ЛФ даже в низкой концентрации угнетает миелопоэз, ингибируя продукцию моноцитами колониестимулирующего фактора, возможно, путем специфического и обратимого связывания со специальными рецепторами [5, с.4, 7, с.4, 8, с.4, 9, с.4]. Свойством миелосупрессии обладает лишь насыщенный железом ЛФ, но не аполактоферрин. При этом обнаружено, что миелосупрессивное действие циклофосфана усиливается ЛФ [7, с.4, 9, с.4].

Таким образом, указанные исследования свидетельствуют о влиянии ЛФ на миелопоэз посредством снижения функции цитокинов и одновременно угнетают выработку гранулоцитарно-макрофагального колоние-стимулирующего фактора. Имеются и работы, указывающие на бактериостатические свойства ЛФ [8, с.4, 10, с.4]. Это может быть обусловлено связыванием грамотрицатель-

ных и грамположительных бактерий с ЛФ через специальные рецепторы с последующим захватом железа как у простейших, так и у микроорганизмов [1, с.4, 9, с.4, 10, с.4].

Бактериостатическое действие ЛФ не всегда связано с обменом железа. Пептид, получаемый кислотно-пепсиновой обработкой коровьего ЛФ и названный лактоферрицином, оказался бактерицидным для широкого ряда бактерий и Candida albicans. Это открытие позволяет лучше понять бактерицидные свойства ЛФ [11, с.4], также и с участием железа [8, с.4]. Бактериальные липополисахариды способствуют выработке антирадикального гидроксила макрофагами и нейтрофилами. In vitro ЛФ ингибирует образование радикала гидроксила катализированным железом (в присутствии липополисахаридов), связывая железо, эндотоксины и липополисахариды бактерий [1, с.4, 3, с.4]. In vitro бактериальный липополисахарид вызывает секрецию ЛФ полиморфно-ядерными нейтрофилами в окружающую среду. Секреция усиливается в присутствии моноцитов, которые выделяют фактор некроза опухоли. Этот фактор, воздействуя на нейтрофилы, стимулирует и выработку ЛФ [3, с.4, 7, с.4]. Кроме этого, ЛФ также обладает мембранопротекторным и антиоксидантным свойствами. Предполагается, что с этим связана, и способность ЛФ образовывать соединения с эндотоксинами, цитотоксинами, бактериальными липополисахаридами, гепарином и другими макромолекулами [1, с.5]. Следовательно, функции ЛФ не могут ограничиваться только участием его в регуляции клеточных реакций, поскольку при определенных состояниях отмечается повышение его уровня в сыворотке крови [1, с.5, 5, с.5, 7, с.5, 11, с.5]. Этот аспект представляется наименее изученным как с клинической, так и с биохимической точек зрения.

Необходимо подчеркнуть, что ЛФ является белком «остро-фазовой реакции» или «острой фазы воспаления», который достаточно быстро реагирует в результате нарушения гомеостаза в совокупности с другими белками, повышая свой уровень. В результате данного механизма и выработки биологически активных веществ, увеличивается образование интерлейкина-1. Увеличение синтеза ЛФ, приводит к росту его уровня при практически любом воспалении. Так же снижение уровня железа сыворотки крови при развитии воспаления объясняет и растущий уровень ЛФ. Выделена и важная роль ЛФ в межклеточной кооперации фагоцитоза, в котором мононуклеарные фагоциты «пожирают» ЛФ и что в результате приводит к защите мембран клеток от процесса аутопероксидации [12, с.5].

1.2. Изучение ЛФ в норме и патологии. Концентрация ЛФ в сыворотке крови здоровых взрослых людей (доноров) очень мала по сравнению с ЛФ молока или других биологических жидкостей [4, с.5, 10, с.5] и не может быть определена традиционными иммунохимическими методами. С этой целью в основном используют иммуноферментный метод [1, с.5, 4, с.5]. В норме концентрация ЛФ сыворотки крови определяется на уровне – 0,27-2,39 мг/л; - 0,13-0,42 мг/л; - 0,4-2, 64 мг/л. Разница между женщинами и мужчинами недостоверна, хотя у женщин отмечается все же более низкий уровень). Уровень сывороточного ЛФ в плазме и сыворотке крови здоровых взрослых людей находится в пределах от 400 до 1000 нг/мл и значительно повышается при гнойно-септических процессах [8, с.5].

Показано, что уровень плазменного ЛФ понижается у пациентов с вирусной инфекцией до 2,79±1,2 и 0,68±0,22 мкг/мл по сравнению с контролем (4,37±0,83 мкг/мл). Количество ЛФ в плазме зависит от числа нейтрофилов и у больных с нейтропенией (нейтрофилы < или = 1,300 мм^3) средняя концентрация ЛФ равна 0,36 мкг/мл. Следует обратить внимание на различия показателей плазменного ЛФ в норме у разных авторов [1, с.6, 10, с.6] что, возможно, связано с чувствительностью и специфичностью тест-систем из разных лабораторий.

По предположению многих авторов, на уровень ЛФ сыворотки крови может влиять его выход из нейтрофилов в результате дегрануляции последних [1, с.6, 2, с.6, 7, с.6], поэтому необходимо соблюдать минимальные сроки отделения сыворотки от форменных элементов крови. Также имеет не менее важное значение и применение стабилизаторов при заборе крови. Известно, что гепарин вызывает дегрануляцию нейтрофилов и выброс в плазму ЛФ с превышением его концентрации in vitro в несколько раз [1, с.6], и напротив, применение ЭДТА в качестве стабилизатора при заборе плазмы крови не приводит к дегрануляции нейтрофилов, но при этом уровень ЛФ в плазме несколько ниже (0,168±0,1 мг/л), чем у тех же доноров в сыворотке (0,237±0,155 мг/л).

Встречаются работы, свидетельствующие о влиянии стероидных гормонов на уровень ЛФ в сы-

воротке крови. Садчиков П.Е. и соавт., [9, с.6], при исследовании действия первой дозы введенного гидрокортизона на концентрацию сывороточного ЛФ и числа нейтрофилов у 10 здоровых добровольцев, обнаружили увеличение числа нейтрофилов при умеренном повышении ЛФ в сыворотке крови. Это расценивалось как относительная гиполактоферринемия, при определении коэффициента ЛФ/НФ [1, с.6]. Этот факт объясняется выходом ЛФ как in vitro, так и in vivo и способностью ингибировать дегрануляцию нейтрофилов.

Показано повышение уровня ЛФ сыворотки крови при онкологических и воспалительных заболеваниях в сравнении с нормой [3, с.7, 4, с.7, 7, с.7, 10, с.7].

Роль ЛФ в противовоспалительных реакциях и защите от инфекции до настоящего времени не ясна. Длительное время существовала точка зрения о том, что ЛФ вызывает бактериостатические эффекты, отнимая железо у бактерий [1, с.7].

Один из механизмов участия ЛФ в неспецифической защите против бактериальной инфекции, может заключаться в блокировании реакции гемагглютинации, вызываемой энтеротоксином при инфицировании кишечной палочкой [1, с.7, 5, с.7]. Это, вероятно, происходит с участием бактериальной оболочки. Так для роста Actinobacillus actinomycetemcomitans в культуральной среде необходимо присутствие ламинина, который связывается с бактериальной стенкой через протеин А и ее внешней мембраны преимущественно при кислом значении рн. Добавление в культуральную среду сывороточных белков, включая ЛФ, нарушает ламинин-бактериальное взаимодействие и угнетает рост бактерий [1, с.7, 5, с.7]. Они показали также, что ЛФ связывает фибробласты в монослое и предотвращает адгезию этих бактерий к культуре клеток.

Защитная роль ЛФ отмечена как при бактериальных, так и при вирусных инфекциях [1, с.7]. Так, было описано, что человеческий и коровий ЛФ ингибирует цитопатогенную активность вируса иммунодефицита человека и цитомегаловируса на культуру фибробластов и МТ – клеток.

Изучению ЛФ при туберкулезе посвящено мало работ. Проникновение микобактерий туберкулеза в организм происходит через слизистые оболочки и барьерные жидкости организма и зависит от наличия в этих барьерах эффективных факторов неспецифической защиты, к числу которых относится ЛФ.

На связь повышенных концентраций ЛФ в слюне и мокроте при воспалительных состояниях полости рта и дыхательных путей указывают многие авторы [1, с.8, 13, с.8, 14, с.8, 15, с.8]. При определении белкового состава бронхоальвеолярной лаважной жидкости, обнаружили более высокие концентрации α_1-протеиназного ингибитора, α_2-макроглобулина, альбумина, миелопероксидазы, эластазы, фибронектина и ЛФ у детей по сравнению с взрослыми. У курильщиков по сравнению с не курильщиками отмечены повышенные концентрации альбумина, α_1- протеиназного ингибитора и миелопероксидазы.

Установлено повышение концентрации ЛФ и других сывороточных белков в мокроте и слюне больных с воспалительной бронхолегочной патологией, коррелирующее со степенью выраженности эндобронхита, в том числе и при туберкулезе легких. Микобактерии туберкулеза для своего роста используют железо из внеклеточной среды. Видимо, бактерии обладают высокой аффинностью к железосвязывающим сидерофорам, называемых, экзоцеллинами. Авторы провели очистку и характеристику экзоцеллинового семейства молекул. Эти молекулярные фрагменты имеют общие центральные структуры с другими типами железосвязывающих молекул, локализующихся в клеточной стенки микобактерий туберкулеза: микобактинами. Однако, водорастворимые экзоцеллины отличаются между собой и от водо-нерастворимых микобактинов полярностью, зависящей от длины и модификации алкилированной части цепи. Выявлена высокая корреляция уровней ЛФ и числа лейкоцитов в периферической крови у больных туберкулезом легких, пневмонией. Самые высокие показатели отмечались при туберкулезе легких, что соотносилось с плохим прогнозом и исходом заболевания [13, с.8, 14, с.8, 15, с.8].

Таким образом, имеющиеся в литературе сведения подтверждают данные о сывороточном ЛФ как о маркере воспаления, в том числе и при туберкулезной инфекции. Уровень ЛФ при этом коррелирует с числом нейтрофилов и, в ряде случаев, с содержанием других белков острой фазы.

2.1. Биологическая роль Ф. Это водорастворимый белок с молекулярной массой 440000 Кд, способный присоединить до 4500 атомов железа на молекулу, что связано с его биологической функцией. Эта функция заключается в депонировании железа, токсичного для организма, в растворимой, нетоксичной и физиологически доступной форме. Впервые Ф был выделен [4, с.9, 10, с.9, 16, с.9] из селезенки лошади и с тех пор установлено его присутствие не только у высших животных, но и в растениях и микроорганизмах. Молекула Ф состоит из двух компонентов: белковой «раковины» — апоферритина и кристаллической «сердцевины» в виде коллоидного гидроксида железа. Полностью насыщенная железом молекула Ф содержит железа до 27% своей молекулярной массы [16, с.9]. Для захвата железа необходим молекулярный кислород, причем Ф выполняет ферроксидазную функцию, т. Е. способен переносить электрон (по не известному пока механизму) с восстановленного железа Fe^{2+} на кислород, образуя окисленное железо Fe^{3+}. Вторым продуктом этой реакции являются радикалы, закономерно возникающие в результате одноэлектронного восстановления кислорода. Различные радикалы кислорода — цитотоксические агенты, поэтому ферритин считается белком с выраженной цитотоксической и цитотропной функциями. Белковая оболочка Ф — апоферритин — состоит из 24 субъединиц двух видов: H (heavy) и L (light). Синтез H- и L-субъединиц детерминируется разными генами. Субъединицы имеют неодинаковую молекулярную массу, антигенную и изоэлектрическую характеристики. Различные количественные сочетания H- и L-субъединиц создают большую гетерогенность изоферритинов, поэтому каждый орган имеет свою композицию H- и L- субъединиц, т.е. «свой изоферритин». Так, Ф печени и селезенки содержит 80 — 90% L-и 10 — 20% H-субъединиц. Сердце, плацента, фетальные ткани, злокачественные опухоли в своих изоферритинах, наоборот, содержат преимущественно H-форму [17, с.9], которую называют фетоплацентарной, онкофетальной, кислой. Назначение этих органоспецифических ферритинов до конца не ясно. Однако известно, что Ф печени является депо железа для всего организма. Ф в слизистой оболочке тонкой кишки служит для перенос железа из просвета кишечника к трансферрину сыворотки; плацентарный Ф переносит железо от материнского трансферрина к фетальному, Ф ретикуло-эндотелиальной системы адсорбирует железо, освобожденное при деструкции эритроцитов, с тем, чтобы реутилизировать железо для синтеза гемоглобина. В физиологических условиях биосинтез апоферритина стимулируется железом. При гемохроматозе и гемосидерозе, т.е. в ситуациях, связанных с перегрузкой организма железом, количество Ф растет, а при дефиците железа происходит супрессия синтеза апоферритина и его количество снижается. Ф синтезируется клетками различных тканей: печени, селезенки, костного мозга, сердечной мышцы, легких, почек, щитовидной железы, плаценты, тонкого кишечника, поджелудочной железы, а также лейкоцитами[17, с.10].

Особое участие Ф принимает в обмене железа (запасы Fe). Так же из Ф Fe может вернуться в свободную форму, но для этого нужно, чтобы внутри молекулы Ф возник процесс восстановления Fe3+ из гидроокиси. В форме Fe2+ железо только в кислой среде выходит из Ф и попадает в промежуточную временную форму. Обращено внимание на то, что в этой временной форме (транзиторный пул) железо может находиться в виде Fe2+ , либо в составе легко диссоциирующих Fe3+ -комплексов. Одной из важных функций Ф, является защитная, т.е. сведение до минимума количества ионизированного Fe, содержащегося во вне и внутри клеточных биожидкостях организма. [18, с.10].

Наиболее хорошо изучена железодепонирующая роль Ф, которая позволяет организму сохранять железо в нетоксичной, растворимой, легкодоступной форме, из которой оно может быть мобилизовано для синтеза гемоглобина и негемовых железосодержащих белков. Синтезируемый в различных органах и тканях Ф в незначительных количествах выделяется в сыворотку, причем в физиологических условиях уровень сывороточного Ф коррелирует с запасами железа в организме: 1 мкг/л СФ в норме соответствует 8 мг депонированного железа [16, с.10, 17, с.10].

Как уже отмечалось выше, Ф является основным источником ионов тканевого Fe. Процесс высвобождения Fe из Ф всегда включает стадию восстановления в анаэробных условиях с участием кислорода. Реакция высвобождения Ф быстрее протекает в кислой среде, и высвободившееся Fe может активировать процессы перекисного окисления липидов, а самым эффективным восстановителем Fe в этом будет витамин С. При этом (без участия кислорода) восстановление Fe из Ф на 85% ингибируется

ферментом супероксиддисмутазой. Так же имеет значение механизм высвобождения Fe из Ф в присутствии активированных нейтрофилов и фермента ксантиноксидазы. Он лежит в основе патогенеза кислорододефицитных состояний и процессах воспаления [21, с.11].

К настоящему времени разработано большое количество иммунохимических систем для определения концентрации Ф на основе трех принципов анализа: радиоиммунного, иммуноферментного и флуоресцентного.

2.2. Изучение Ф в норме и патологии. У здоровых взрослых людей уровень Ф сыворотки крови зависит от пола и в меньшей степени от возраста. Так, у мужчин большая часть коммерческих тест-систем определяет концентрацию Ф в диапазоне 30 — 200 мкг/л (в среднем 98,2±4,8 мкг/л). У женщин фертильного возраста Ф составляет 10 — 90 мкг/л (в среднем 42,5±5,1 мкг/л), в постменопаузе (обычно 48 — 50 лет) достигает средних величин, характерных для мужчин. У детей отмечается резкое возрастание уровня Ф в течение первых трех месяцев жизни, что связано с процессом развития органов и тканей, а далее, начиная с 6 мес. И до полового созревания, концентрация Ф остается неизменной, варьируя в диапазоне 34,4±4,1 мкг/л [10, с.11, 16, с.11].

В клинической практике Ф сыворотки крови стали использовать для оценки запасов железа в организме [19, с.11]. Общеизвестно, что показатель Ф наиболее ранний и достоверный признак тканевого дефицита железа, предшествующий развитию собственно железодефицитной анемии [19, с.11, 20, с.11]. При тканевом дефиците железа и железодефицитной анемии уровень Ф резко снижается: у женщин и детей ниже 10, у мужчин ниже 30 мкг/ л. При купировании анемии и восполнении депо железа уровень Ф восстанавливается до нормы, поэтому его используют в качестве метода объективной оценки достаточности ферротерапии. Уровень Ф резко возрастает при посттрансфузионном гемосидерозе и гемохроматозе (наследственном заболевании, характеризующемся повышенным всасыванием железа из желудочно-кишечного тракта и усиленным его отложением в органах и тканях). В отдельных случаях показатель Ф достигает 20 ООО мкг/л и более [16, с.12].

В экспериментальных исследованиях Орлова Ю.П. и совторов (2011) на животных, показан рост уровня Ф при различных критических состояниях в 4 раза в сравнении с контролем, который является следствием гипоксии и ацидоза на фоне гипоперфузии кишечника, когда меняется валентность Ф (Fe3+_Fe2+) и он может связывать свободное Fe вместо трансферрина. Предполагается, что выход Ф в системный кровоток является защитной реакцией, так как Ф — это универсальная форма депонирования Fe (1 молекула Ф способна удерживать 4500 атомов Fe), а концентрация Ф 1 нг/мл (мкг/л) эквивалентна 8 мг (143 мкмоль) Fe в живом организме. Легко подсчитать избыток свободного Fe в системе крови у животных при моделировании переломов костей, даже при сниженном уровене сывороточного Fe. Но повышение уровня Ф, как и любой защитный механизм в живом организме, приводит к декомпенсации, и тем самым увеличению его вазодилатирующих свойств. Повышение уровня Ф, депонирующего Fe, связано и с защитой от бактериального фактора, что смягчает степень эндотоксемии [21, с.12].

В последние годы обнаружены другие физиологические функции ферритина, не связанные непосредственно с обменом железа. Оказалось, что Н-изоформы Ф могут играть роль супрессоров в пролиферации клеток крови. Процессы миелосупрессии (подавления пролиферации миелоидных клеток) жестко скоррелированы с активацией синтеза Н-субъединиц на уровне генома [17, с.12]. Корреляция эта не случайна, поскольку вскоре было показано, что Н-ферритин способен ингибировать пролиферацию миелоидных и лимфоидных клеток, причем активация его синтеза может быть связана с попыткой организма подавить их злокачественный рост. Установлено, что механизм подавления пролиферации клеток прямо связан с ферроксидазной функцией Ф, которая приводит к формированию цитотоксических радикалов кислорода. По-видимому, цитотоксический эффект Ф распространяется на многие типы клеток, но зарегистрирован пока лишь на некоторых из них, в частности на миелоидных клетках, предшественниках гранулоцитов, и моноцитах. Ингибирование осуществляется на уровне S-фазы клеточного цикла. Н-ферритин супрессирует нормальные миелоидные клетки-предшественники, но не супрессирует клетки-предшест161еники больных лейкемией. Эта супрессорная способность присуща лишь Н-

формам Ф. L-субъединицы ферритина не обладают ферроксидазной и миелосупрессорной активностью и служат для стабилизации структуры Ф [17, с.13, 20, с.13].

Об участии Ф в цитотоксических реакциях, подтверждают и исследования Орлова Ю.П. и Долгих В.Т., 2007. Сообщается, что, например, нейтрофилы способны восстанавливать Fe до Fe2+ из плазменного Ф. Указано, что ионы Fe, способные катализировать свободнорадикальные процессы, присутствуют во всех биологических жидкостях организма. Обычно их уровень не превышает 10 мкМ. Уровень ионов Fe может быть значительно больше и составлять 30-40 мкмоль/кг массы ткани, что соответствует 1,5 мкг/г массы ткани, при условии, что ткань не подвергалась воздействиям, нарушающим целостность мембран клеток. Но вопрос в каком валентном состоянии находятся ионы Fe в тканях, остаётся пока дискуссионным. Но, появление ионизированного Fe в количестве, превышающем обьем трансферрина, развивает чрезмерное образование гидроксильного и липидного радикалов. Установлено, что цитотоксическим эффектом обладают ионы Fe2+ , а не ионы Fe3+ [12, с.13].

Н-изоформа Ф ингибирует Т-розеткообразование, миграцию лимфоцитов, бласттрансформацию лимфоцитов, стимулированную фитогемагглютинином и конканавалином А. Предполагают, что все вышеперечисленные эффекты реализуются через поверхностные клеточные рецепторы лимфоцитов, направленные к ферритину [16, с.13, 20, с.13]. Уровень Ф растет при инфицировании вирусом приобретенного иммунодефицита. Подъем уровня суммарного Ф отмечается и при остром воспалении, что позволяет рассматривать ферритин как острофазный белок [4, с.13, 22, с.13].

Имеются работы, свидетельствующие о цитопротекторных свойствах Ф. Установлено, что поджелудочная железа содержит большое количество ферритина, а глюкоза индуцирует синтез апоферритина в бета-клетках островков Лангерганса. Физиологический смысл явления до конца не ясен, так как в этом панкреатическом изоферритине очень мало железа, однако он может быть использован для удержания другого микроэлемента — цинка, которого много в инсулярных клетках [16, с.14]. Цинк может конкурировать с железом за места связывания в Ф, как и в другом металлопротеине — трансферрине. Ф обладает антиоксидантными свойствами, а бета-клетки особенно чувствительны к свободным радикалам. Ф ингибирует цитолиз бета-клеток, обусловленный кислородными радикалами. В этом случае Ф выполняет физиологическую защитную роль. Ф связан с фактором некроза опухолей (ФНО), который выделяется определенными клетками в результате действия разнообразных стимулов: вирусов, ультрафиолетового облучения, интерлейкинов, окислительного стресса. ФНО индуцирует синтез Н-субъединиц ферритина в клетках, что может быть расценено как цитопротекторный ответ, призванный погасить реакции окислительного стресса. ФНО вызывает увеличение синтеза Н-субъединиц Ф в фибробластах [16]. Приведенные данные позволяют предположить, что Ф в силу своих уникальных биохимических свойств находится в центре нескольких регуляторных механизмов «нижнего уровня», вовлеченных в широкий спектр метаболических процессов.

Так же много работ посвящено исследованию Ф при разнообразных опухолях [17, с.14]. При раке яичников у женщин обнаружено значительное увеличение уровня Ф — 730+64,2 мкг/л, в то время как при доброкачественных опухолях яичников — 253,2+17,2, а при фибромиоме матки —102+9,3 мкг/л (17, с.14). Высокий уровень Ф выявлен при раке молочной железы, причем он коррелирует со стадией заболевания. Рост Ф происходит за счет Н-изоформы, ассоциированной с онкопроцессом. Количественное исследование этой онкофетальной формы может быть использовано для скрининга, поскольку существенный подъем Н-изоформы наблюдается до клинических проявлений опухоли [16, с.15].

При гепатоцеллюлярном раке также обнаружен значительный уровень Ф сыворотки крови [23, с.15]. И хотя Ф не является специфическим опухолевым маркером, его диагностическая ценность может быть значительно повышена путем комбинации и сравнения с таким общепринятым специфическим маркером гепатоцеллюлярного рака, как альфа-фетопротеином [24, с.15]. Причину возрастания Ф при различных видах патологии печени (рак, тяжелый гепатит, цирроз) можно связать с процессом освобождения Ф из самих гепатоцитов при их деструкции. Однако не исключено, что изоформа Ф при раке печени может отличаться от таковой при гепатите, например по содержанию онкофетального Н-ферритина.

В исследованиях Ф при онкопроцессах обычно используют два подхода: определение Ф (более старый) и количественный учет ферритин-связывающих лимфоцитов (FBL). Основой для разработки второго подхода стали работы, в которых показано существование субпопуляции Т-лимфоцитов, способных связывать именно онкофетальный Н-ферритин [16, с.15, 23, с.15]. Используя этот подход, удалось показать прямое соответствие между FBL-тестом и стадией рака молочной железы, ходжкинской и неходжкинской лимфомой, раком легких.

Концентрация Ф в сыворотке крови может также повышаться при некоторых острых и хронических заболеваниях печени (например, алкогольное поражение, гепатит, острый панкреатит), при голодании и истощении, воспалительных заболеваниях (легочные инфекции, остеомиелит, хронические инфекции мочевых путей, ревматойдный артрит, системная красная волчанка, ожоговая болезнь), инфаркте миокарда. В этих случаях основной причиной увеличения Ф в крови является некроз клеток и высвобождение внутриклеточной фракции [16, с.15, 21, с.15]. Несмотря на значительное число публикаций, посвященных сывороточному Ф при различной патологии, в литературе крайне ограничены сведения о значении исследований Ф в различных биосубстратах. При патологических состояниях Ф определяется не только в сыворотке крови, но и в других биологических жидкостях (плевральная, синовиальная жидкость, мокрота). Ф является не только показателем тканевой деструкции при воспалении, но и объективно отражает состояние воспалительных процессов в организме [1, с.16, 13, с.16, 12, с.16, 14, с.16]. При этом Ф отводится иммуносупрессивная роль.

Источник Ф в серозных полостях остается не известным. Молекула Ф не способна проходить через плевру, брюшину, в то время как концентрация этого белка в выпоте, независимо от этиологии плеврита, перитонита, всегда выше, чем в крови [1, с.16]. Вероятнее всего, как полагают, продукция белка осуществляется in situ. Предполагается, что Ф в плевральную жидкость выделяется плевральными гистиоцитами, лимфоцитами и гранулоцитами. Причиной повышения уровня Ф в экссудатах может быть даже небольшое внутриполостное кровотечение, которое стимулирует синтез Ф в макрофагах. Железо, как известно, является наиболее мощным стимулятором синтеза этого белка. При туберкулезе и раке легких отмечается накопление Ф в легочной ткани. Повышенные уровня этого белка в тканях выявляются при завершении пролиферативной стадии воспалительного процесса и при развитии пневмосклероза [1, с.16, 14, с.16].

Предполагается, что механизм повышения уровня Ф в содержимом костной кисты с дистрофическими костными кистами подобен процессу, протекающему при ревматоидном артрите, когда происходит депонирование железа в клетках соединительной ткани с последующим выходом в синовиальную жидкость после разрушения синовиальных клеток и фагоцитов. Хотя вполне возможны и иные механизмы, так например, нельзя исключить костномозговое происхождение повышенного количества Ф в содержимом костной кисты [4, с.16].

Таким образом, имеющиеся в литературе сведения подтверждают данные о сывороточном ЛФ и Ф как о маркерах воспаления и деструкции, в том числе и при туберкулезной инфекции.

Список литературы

1. Николаев, А.А. Лактоферрин и его роль в репродукции (обзор литературы) / А.А. Николаев, А.Е. Сухарев. Проблемы репродукции. - 2015.-N 6.- С.25-30.
2. Sujata, S. Singh C-Lobe of Lactoferrin: The Whole Story of the Half-Molecule / S. Sujata, S. Mau, K. Sanket, K. Punit, P. Tej. Biochemistry Research International. - 2013;2013:1-8. doi: 10.1155/2013/271641.
3. Legrand, D. Surface nucleolin participates in both the binding and endocytosis of lactoferrin in target cells. / D. Legrand, K. Vigie, E.A. Said, E. Elass, M. Masson, M.C. Slomianny. Eur J Biochem. - 2014;281(2):303-317. doi: 10.1054/jv/mst014.
4. Коханов, А.В. Иммунохимические показатели в клинической оценке черепно-мозговой и скелетной травны: Автореферат дис. … док. мед. наук / А.В. Коханов. - Москва, 2009. – 48 с.
5. Akiyama, Y. A lactoferrin-receptor, intelectin 1, affects uptake, sub-cellular localization and release of immunochemically detectable lactoferrin by intestinal epithelial Caco-2 cells. / Y. Akiyama, K. Oshima, T.

Kuhara, K. Shin, F. Abe, K. Iwatsuki, D. Nadano, T. Matsuda. J Biochem. - 2013;154(5):437-448. doi: 10.1093/jb/mvt073.

6. Vesce, F, Vaginal lactoferrin administration before genetic amniocentesis decreases amniotic interleukin-6 levels / F. Vesce, E. Giugliano, S. Bignardi, E. Cagnazzo, C. Colamussi, R. Marci, N. Valente, S. Seraceni, M. Maritati, C. Contini. Gynecol Obstet Invest. - 2014;77(4):245-249. doi: 10.1159/000358877.

7. Duarte, D.C. The effect of bovine milk lactoferrin on human breast cancer cell lines / D.C. Duarte, A. Nicolau, J.A. Teixeira, L.R. Rodrigues. J Dairy Sci. - 2011;94(1):66-76.

8. Chow, B.D. Host Defense Proteins in Breast Milk and Neonatal Yeast Colonization / B.D. Chow, J.L. Reardon, E.O. Perry, S.S. Laforce-Nesbitt, R. Tucker, J.M. Bliss. J Hum Lact. - 2015 Jun 26. pii: 0890334415592402.

9. Садчиков, П.Е. Возможности применения лактоферрина у детей первого года жизни / П.Е. Садчиков, П.Е. Садчиков, И.Л. Гольдман , Л.С. Намазова-Баранова, Г.В. Яцык, Т.Э. Боровик, А.Д. Черноусов, А.И. Романченко, Е.Р. Садчикова, О.Л. Лукоянова, Н.Г. Звонкова, И.А. Беляева. Педиатрическая фармакология. Москва. - 2016.-N 6.-С.607-613.

10. Кчибеков, Э.А. Комплексная диагностика и прогнозирование осложнений острых воспалительных заболеваний органов брюшной полости: Автореферат дис. … док. мед. наук. / Э.А. Кчибеков. – Москва, 2011. – 48 с.

11. Wang, P. Characterization of lactoferrin receptor on human spermatozoa / P. Wang, B. Liu, Z. Wang, X. Niu, S. Su, W. Zhang, X. Wang. Reprod Biomed Online. - 2011 Feb;22(2):155-161. doi: 10.1016/j.rbmo.2010.10.003.

12. Орлов, Ю.П. Метаболизм железа в биологических системах (биохимические, патофизиологические и клинические аспекты) / Ю.П. Орлов, В.Т. Долгих. Биомедицинская химия. - 2007, том 53, вып. 1, с. 25-38.

13. Бухарин, О.В. Роль лактоферрина в противоинфекционной защите / О.В. Бухарин, А. В. Валышев, И. В. Валышева. Успехи современной биологии. - 2011, том 131, № 2, с. 135-144.

14. Hiroyuki, W. Lactoferrin for prevention of common viral infections / W. Hiroyuki, O. Hirotsugu, Y. Koji, A. Fumiaki. Journal of Infection and Chemotherapy. - 2014. http://www.elsevier.com/locate/jic

15. Трубников, Г.А. Плевральный выпот / Г.А. Трубников, И.Н. Полунин, Т.А. Уклистая. – Астрахань, 2001. – 368 с.

16. Петрова, О.В. Клинико-диагностическое значение термостабильных тканевых белков: Автореферат дис. … канд. мед. наук / О.В. Петрова. – Москва, 2008. – 23 с.

17. Смирнова, Л.А. Дефицит железа: биология, критерии диагноза и эффективности терапии / Л.А. Смирнова. Медицинские новости. - 2013, № 5, с. 16-20.

18. Орлов, Ю. П. Роль нарушенного обмена железа в манифестации органных расстройств и сепсиса при остром панкреатите / Ю. П. Орлов, В. Т. Долгих, В. Н. Лукач, А.В. Ершов, Т.В. Притыкина. Общая реаниматология. - 2010, VII; 5, с. 62-68.

19. Андреев, Г.И. Ферритин как маркер железодефицитной анемии и опухолевый маркер / Г.И. Андреев. Интернет-журнал о коммерческих биотехнологиях Cbio.ru. http://cbio.ru/page/43/id/4676/ (дата обращения 10.10. 2015).

20. Воловникова, В.А. Диагностическое значение сывороточного уровня ферритина / В.А. Воловникова, Т.Г. Кулибаба, И.Ю. Пчелин, Л.А. Слепых. Материалы X ежегодной всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения» 19-21 ноября 2015, Санкт-Петербург, Т.10, часть 2, - 2015 – С.589-590

21. Орлов, Ю.П. Нарушения обмена железа в патогенезе критических состояний / Ю.П. Орлов, А.В. Иванов, В.Т. Долгих. Общая реаниматология. - 2011, VII; 5, с. 15-19.

22. Suzy, V. T. Iron and cancer : more ore to be mined / V.T. Suzy, M.T. Frank Nature reviews. Cancer. - 2013. - N 13 (5). - P. 342–355.

23. O'Shea, R.S. Alcoholic liver disease / R.S. O'Shea, S. Dasarathy, A.J. McCullough. Hepatology. - 2010, 51, 307–328.

24. Рачковский, М.И. Оценка прогностической роли альфа-фетопротеина при циррозе печени: результаты 3-летнего наблюдения / М.И. Рачковский, Г.Э. Черногорюк, Е.В. Белобородова, Э.И. Белобородова, Т.П. Калачева, А.А Шаловай. Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9-4. – С. 724-728; URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32504 (дата обращения: 28.03.2017).

УДК 542.97; 547-302; 547.52; 547.82

ГЛАВА 16. КАРБОНИЛИРОВАНИЕ В СИНТЕЗЕ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

СЕВОСТЬЯНОВА НАДЕЖДА ТЕНГИЗОВНА,
к.х.н., доцент, руководитель НПЦ «Химреактивдиагностика»
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
БАТАШЕВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
к.х.н., доцент, с.н.с. НПЦ «Химреактивдиагностика»
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»

Аннотация: В работе рассмотрены примеры каталитического карбонилирования ароматических углеводородов, их галогенпроизводных, кетоксимов, семикарбазонов ароматических кетонов, нитрилов, азо-, диазосоединений, амидов и гетероциклических соединений.
Ключевые слова: карбонилирование, оксид углерода (II), ароматическое соединение, металлокомплексный катализатор

CARBONYLATION IN THE AROMATIC COMPOUNDS SYNTHESIS

Sevostyanova Nadezhda Tengizovna,
Batashev Sergey Alexandrovich

Abstract: In this wok, examples of catalytic carbonylation of arenes, its halides, ketoximes, aromatic ketones semicarbazones, nitriles, azo and diazo compounds, amides and heterocyclic compounds are examined.
Key words: carbonylation, carbon monoxide, aromatic compound, metallo-complex catalyst

Карбонилирование органических соединений, катализируемое комплексами переходных металлов, открывает возможности одностадийного синтеза разнообразных химических продуктов, в том числе ароматических. Известно, что металлокомплексный катализ позволяет получать продукты карбонилирования с высокими выходами, а в ряде случаев вести процесс региоселективно в мягких условиях. Как правило, реакции карбонилирования отличаются высоким уровнем ресурсосбережения в связи с образованием небольшого числа побочных продуктов или полным их отсутствием, а также низким уровнем экологической опасности, поскольку не требуют применения высокотоксичных реагентов. Особый интерес как субстраты карбонилирования представляют ароматические соединения.

Однако карбонилирование ароматических соединений при металлокомплексном катализе трудно осуществимо [1, с. 120], что обусловлено следующей причиной. Каталитические системы на основе соединений переходных металлов, как правило, включают сильную протонную кислоту в качестве сокатализатора. В присутствии активных водородных источников (главным образом сильных протонных кислот и H_2) реакции карбонилирования, как правило, протекают по гидридному механизму. Поскольку ароматическое ядро не способно внедряться в металлгидридную связь с образованием арилметаллического промежуточного продукта, карбонилирование ароматических соединений при катализе системами на основе комплексов переходных металлов и сильных протонных кислот затруднено [1, с. 120]. Однако эта реакция протекает в присутствии кислот Льюиса или Бренстеда. Так, в реакции Гаттермана-Коха в результате карбонилирования ароматического углеводорода в присутствии HCl и стехиометрических коли-

честв $AlCl_3$ образуется альдегид [1, с. 120; 2, с. 125]. В модифицированном синтезе Гаттермана-Коха применяется катализатор HF/BF_3 [1, с. 120; 2, с. 127]. Выбор температуры и давления определяется природой формилируемого соединения, растворителя и катализатора. Активность $AlCl_3$ возрастает в присутствии хлоридов меди, титана, никеля, кобальта, железа, вольфрама, $CuBr_2$ или металлической меди [2, с. 125]. В реакции бензола выход бензальдегида возрастал при введении в реакционную систему воды, диэтилового эфира, фурфурола, бензальдегида, предварительно приготовленного комплекса бензальдегида с $AlCl_3$ [2, с. 125]. Каталитическая активность галогенидов металлов при формилировании ароматических углеводородов уменьшалась в ряду $AlBr_3 > AlCl_3 > FeCl_3 > TiCl_4 > SnCl_4 > SbCl_5$. Наибольшая активность установлена для свежеприготовленного $AlBr_3$ с добавкой Cu_2Cl_2. В этом случае реакция протекала при 18-20 °С и атмосферном давлении с выходом 85-90 % [2, с. 125]. В реакцию кроме бензола и его гомологов вступают также многоядерные ароматические углеводороды, в то время как фенол, простые эфиры фенола и нитробензол в присутствии $AlCl_3$ не формилируются [2, с. 126].

Из арилгалогенидов под действием CO были получены ароматические кислоты или их эфиры при катализе соединениями металлов VIII группы. В спиртовой среде с количественным выходом получали сложные эфиры, в апротонных растворителях – дикетоны [2, с. 103]. Соединения переходных металлов в этих реакциях могут выступать не только в роли катализаторов, но и как сореагенты. Было установлено, что в реакцию с карбонилом никеля при атмосферном давлении вступают только арилиодиды, в то время как хлориды и бромиды с $Ni(CO)_4$ не реагируют [2, с. 103, 104] (Рис. 1).

$$C_6H_5I + Ni(CO)_4 + ROH \longrightarrow C_6H_5COOR + HI + Ni(CO)_3$$

$$2C_6H_5I + Ni(CO)_4 \xrightarrow{\text{ТГФ}} C_6H_5COCOC_6H_5 + NiI_2 + 2CO$$

Рис. 1. Уравнения реакций карбонилирования иодбензола

Низкая реакционная способность арилбромидов объясняется ингибирующим действием выделяющегося HBr [2, с. 104]. Карбонилирование арилбромидов с образованием ароматических кислот с выходом 90 % было осуществлено при добавке в реакционную систему бензоата или ацетата калия в присутствии $Ni(CO)_4$ или $(CH_3COO)_2Ni$ при 190-260 °С и давлении 10-20 МПа. Незамещенная и замещенная (в п- и м-положениях) бензойная кислота была получена с выходом выше 80 % в результате карбонилирования арилгалогенидов при 110 °С и атмосферном давлении в апротонных растворителях, содержащих органические или неорганические основания и галогенид-ионы, в присутствии $Ni(CO)_4$ [2, с. 104]. Из арилгалогенидов и NaF при катализе $Ni(CO)_4$ при 380 °С и давлении CO 60 МПа были получены фторангидриды ароматических кислот [2, с. 104].

В мягких условиях (при 100-140 °С и давлении CO 3 МПа) из арилгалогенидов и ацетилена при катализе $Ni(CO)_4$ с высоким выходом были получены γ-кетокислоты или их эфиры [2, с. 104]. В жестких условиях (при 250-375 °С и давлении CO 30-60 МПа) в среде толуола или циклогексана под действием $Ni(CO)_4$ и карбонатов или фосфатов щелочных металлов из бромбензола получали фталевый ангидрид с выходом до 75 %, из п-хлортолуола – 4-метилфталевй ангидрид (20 %), из п-бромдифенила – фенилфталевый ангидрид (35 %) [2, с. 104]. В качестве катализаторов также использовали NiI_2, $Ni\text{-}NiI_2$, комплексы никеля, карбонилы кобальта или железа. При катализе кластерными формами карбонилов железа в среде толуола при 40-110 °С и атмосферном давлении получали симметричные кетоны с выходом 52 % [2, с. 104].

При катализе соединениями палладия при 100-380 °С и давлении 0,5-50 МПа из арилгалогенидов получали бензойную и нафталинкарбоновую кислоты с выходом до 80 %, фторангидриды с выходом до 78 %, метилбензоат с выходом 97 % [2, с. 104, 105]. При этом каталитическая активность $PdCl_2$ и $PtCl_2$ возрастала при добавлении аминов [2, с. 105].

Множество примеров карбоксилирования галогенаренов и галогензамещенных гетероциклических соединений оксидом углерода (II) и водой или спиртами при катализе соединениями палладия (II) приведено в работе [5, с. 5405-5414]. В ряде случаев выход карбоновых кислот или сложных эфиров

достигал 100 %. Продолжительность синтезов, в частности, составляла от 2,5 (реакция хлорбензола с CO и водой при катализе $PdCl_2(Pcy_3)_2$ с выходом 97 %) до 30 часов (реакция иодбензола с CO и н-бутанолом при катализе $PdI(Ph)(PPh_3)_2$ с выходом 96 %).

При катализе $(CH_3COO)_2Pd$ или фосфиновыми комплексами палладия в присутствии третичного амина было осуществлено карбалкоксилирование арил- и бензилгалогенидов при 100 °C и атмосферном давлении. Наибольшую реакционную способность продемонстрировали арилиодиды. Арилбромиды вступали в реакцию лишь при наличии в бензольном кольце электроноакцепторных заместителей или при избытке PPh_3 [2, с. 105]. Скорость карбонилирования возрастала в среде амина, в этом случае продуктами являлись амиды арилкарбоновых кислот. Карбонилирование 4-бромнитробензола сопровождалось частичным восстановлением нитрогруппы [2, с. 105] (Рис. 2).

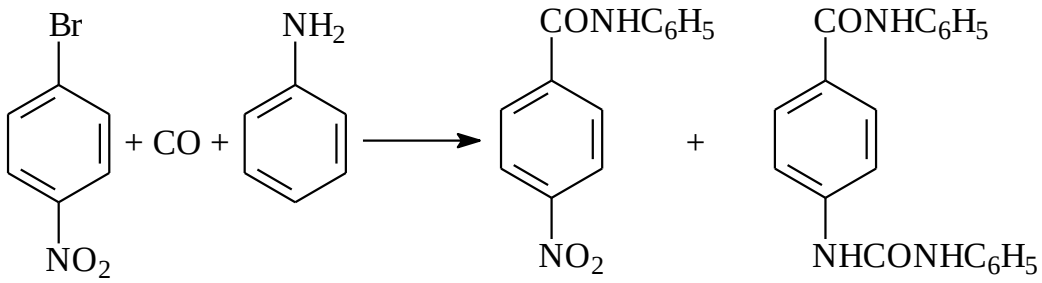


Рис. 2. Схема карбонилирования 4-бромнитробензола оксидом углерода (II) и анилином

В условиях этой реакции из 3-бромпиридина и 2-бромтиофена получали соответственно N-фениламиды 3-пиридинкарбоновой (выход 65 %) и 2-тиофенкарбоновой кислот (выход 63 %). Каталитическую активность проявляли нульвалентные комплексы палладия при 18-100 °C и давлении CO 0,1-4,5 МПа [2, с. 105].

Арилгалогениды вступали в реакцию гидроформилирования с образованием соответствующих альдегидов с выходом более 80 % при 80-150 °C и давлении 9-9,5 МПа при катализе фосфиновыми комплексами $PdCl_2$. Как было установлено, выделяющийся при этом галогеноводород необходимо связывать добавлением третичного амина [2, с. 106].

Карбонилирование 2-галогенанилина оксидом углерода (II) с использованием в качестве сореагентов терминальных алкинов при катализе комплексами нульвалентного палладия приводило к образованию 4-хинолонов с хорошими выходами [6, с. 228].

Известно, что олефины под действием синтез-газа и вторичных аминов при катализе комплексами родия и кобальта вступают в реакцию гидроформаминирования с высоким выходом третичных аминов [1, с. 169] (Рис. 3, реакция (1)). Тот же продукт получали при действии на олефин CO и воды в щелочной среде при использовании металлкарбонильных катализаторов [1, с. 169] (Рис. 3, реакция (2)).

$$ArCH=CH_2 + CO + 2H_2 + R'_2NH \longrightarrow Ar(CH_2)_3NR'_2 + H_2O \quad (1)$$

$$ArCH=CH_2 + 3CO + H_2O + R'_2NH \longrightarrow R(CH_2)_3NR'_2 + 2CO_2 \quad (2)$$

Рис. 3 Карбонилирование арилэтиленов с участием вторичных аминов

При катализе карбонилами кобальта, модифицированными фосфинами, в частности при катализе системой $Co_2(CO)_8$ – 1,2-бис(дифенилфосфино)этан при 120 °C и давлении 10 МПа, из морфолина, CO и воды с высокими выходами получали N-алкилморфолины: N-метил-, N-изопропил и N-бензилморфолины [1, с. 169] (Рис. 4).

Интересные результаты по синтезу мочевин из аминов были получены в присутствии теллура. Благодаря присущей гидриду теллура (II) нестабильности возможно непосредственное превращение [7, с. 36] (Рис. 5).

Прямое превращение C-H связи в кето-группу не является реакцией общего характера, обычно в нее вступает лишь бензол с образованием бензофенона или антрахинона [7, с. 56]. В реакции применяются Pd- катализаторы в присутствии стехиометрических количеств $CuCl_2$ или $FeCl_3$ при 260 °C и давлении 6 МПа. Более мягкие условия реакции имеют место при использовании соединений ртути и родиевого катализатора (25 °C и давление 0,1 МПа). Образование алкил-арилового кетона описано для карбонилирования 1,4-ди-трет-бутилбензола при катализе $AlCl_3$ при 25 °C и атмосферном давлении. Продуктом реакции являлся трет-бутил-(4-трет-бутилфенил)кетон [7, с. 57].

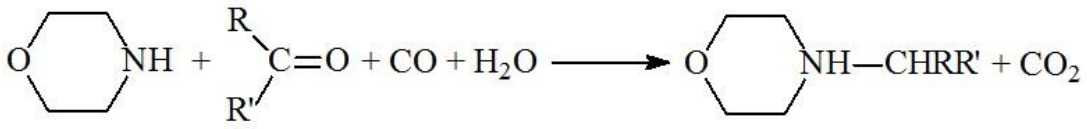


Рис. 4. Карбонилирование морфолина

$$2RNH_2 + CO + Te \rightarrow RNHCONHR + TeH_2$$
$$TeH_2 \rightarrow Te + H_2$$

Рис. 5. Синтез мочевин из аминов и CO в присутствии теллура

В результате карбонилирования нитроаренов могут быть получены ценные химические продукты – изоцианаты Ar-NCO, карбаматы $Ar\text{-}NHCO_2R$, уреазы $Ar\text{-}NHCONR_2$ и формамиды Ar-NHCHO [7, с. 34].

Ароматические изоцианаты используются как сырье для производства полиуретанов. Традиционный метод синтеза изоцианатов на основе ароматических соединений включает каталитическое гидрирование нитроаренов с последующей реакцией образующегося амина с фосгеном [1, с. 166]. В связи с высокой токсичностью последнего компонента продолжается поиск альтернативных методов получения изоцианатов. Как следствие, разработке процессов получения ароматических цианатов без применения фосгена был посвящен ряд работ. В частности, исследовались возможности восстановительного карбонилирования ароматических нитросоединений при катализе соединениями металлов VIII группы [1, с. 166] (Рис. 6, реакция (3)). Так, из нитробензола под действием CO при 190 °C и давлении CO 50 МПа в присутствии Pd или Rh на носителях (Al_2O_3 или активированный уголь) с добавкой $FeCl_3$ был получен фенилизоцианат с выходом 35 %, дифенилмочевина (30 %) и 1,3,5-трифенилбиурет [2, с. 120]. В качестве катализаторов этой реакции применялись Pd, Rh, Ru, Pt, Ir, Os, их соли, оксиды, гидроксиды или комплексы. В качестве промоторов предлагались оксиды металлов VБ, VIБ, IБ и VIII групп, $AsCl_3$, $SbCl_3$, Ge, Si, $SnCl_4$, $TiCl_4$, Na_2SO_3 и органические соединения: нитрилы, мочевина, карбонаты, амиды, сульфоны, карбодиимины, циклические S- и O-содержащие соединения, нитрозосоединения, металлорганические соединения. Указанные катализаторы в ряде случаев наносились на Al_2O_3, активированный уголь, $BaSO_4$, карбид кремния и пемзу [2, с. 120, 121; 8, с. 135; 9, с. 201]. Указано, что наиболее высокую активность проявили системы $PdCl_2$ – пиридин и $PdCl_2 – Fe_2Mo_7O_{24}$ – изохинолин, при катализе которыми из 2,4-динитротолуола получили 2,4-толуилендиизоцианат (выход 68-78 %) при 100 %-ной конверсии нитросоединения. Оптимальными условиями реакции были температура 190-200 °C и давление CO 18-27 МПа, время реакции составляло 1,5-4 часа [2, с. 121]. Реакцию можно проводить без растворителя, хотя выход изоцианатов повышается в среде алифатических, алициклических и ароматических углеводородов или о-дихлорбензола [2, с. 121].

Ароматические изоцианаты получали также из нитрозоединений и CO при 90 °C и атмосферном давлении с низким выходом при катализе комплексами металлов VIII группы или соединениями Pd, Rh, Ru на носителях при 170 °C и давлении до 20 МПа [2, с. 121; 3, с. 191].

В результате восстановительного карбонилирования ароматических нитросоединений в присутствии спиртов образуются уретаны (карбаматы). В качестве катализаторов использовались селен или $PdCl_2$ в присутствии сокатализаторов – третичных аминов [1, с. 166, 167; 2, с. 121; 3, с. 191] или карбонилы рутения в присутствии тетраэтиламмонийхлорида [6, с. 252] (Рис. 6, реакция (4)). Так, в реакции

карбонилирования 2,4-динитротолуола в присутствии селена и сильноосновных аминов при 160 °С и давлении CO 7 МПа был получен 2,4-бис(этилкарбамил)толуол с выходом 80-89 % [1, с. 167] (Рис. 6, реакция (5)).

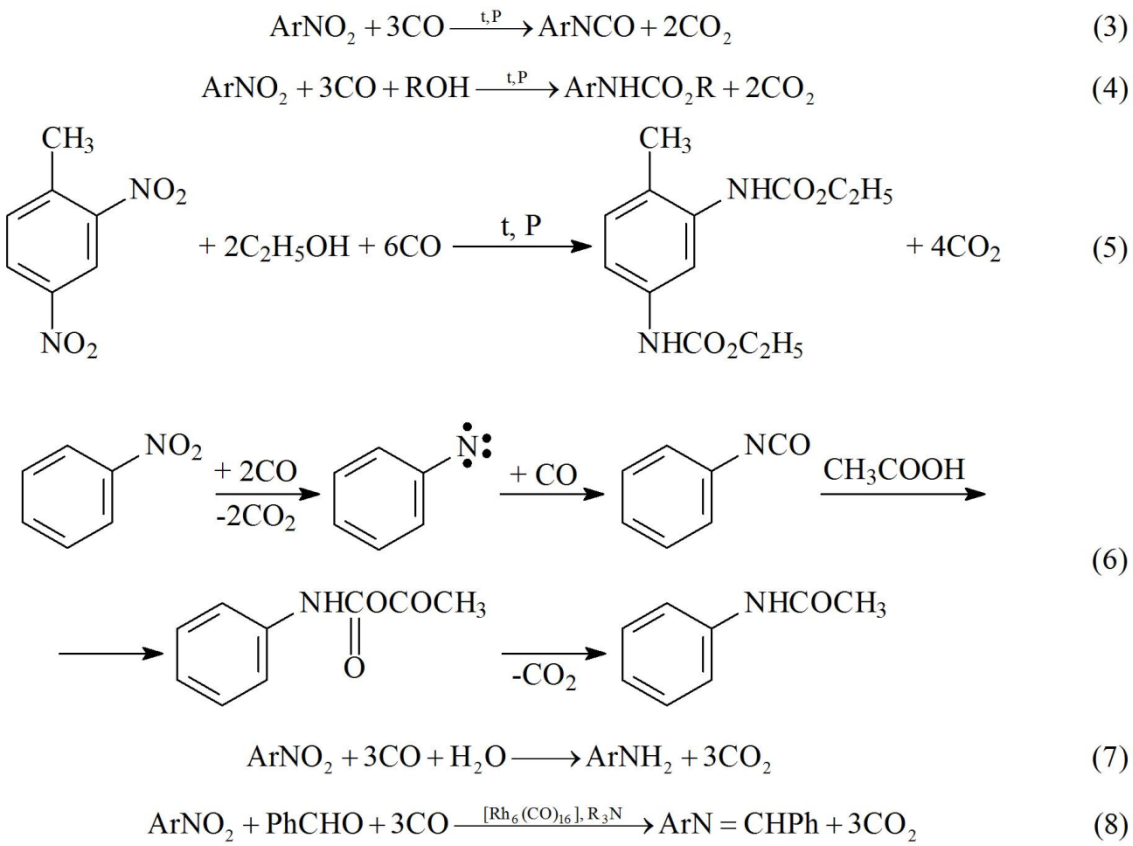


Рис. 6. Карбонилирование ароматических нитросоединений

Из ароматических нитро- и нитрозосоединений под действием CO в присутствии SRNH или $S(NH_2R)_2$ были синтезированы несимметричные мочевины с выходом 80 % [2, с. 122; 7, с. 34].

Гидрокарбонилированием различных ароматических нитросоединений Ar-NO_2, в которых Ar = C_6H_5, p-ClC_6H_4, p-$CH_3OC_6H_4$ и p-C_6H_5CO-C_6H_4, синтез-газом на рутениевых катализаторах были получены ароматические формамиды Ar-NHCHO с выходом от 52 до 95 % [7, с. 35].

Помимо перечисленных выше четырех основных групп продуктов карбонилирования нитроаренов в ряде случаев были получены и другие азотсодержащие соединения. Так, нитробензол и некоторые его п-замещенные производные в присутствии CO и $Fe(CO)_5$ при 210 °С и давлении CO 20 МПа восстанавливались в азобензол и его производные [2, с. 120]. При карбонилировании нитросоединений в среде уксусной кислоты при 305-310 °С и давлении CO 5-10 МПа в присутствии карбонилов Fe, Co и Ni получали ацетанилиды с выходом 65-85 % [2, с. 121, 122] (Рис. 6, схема 6). Под действием CO и воды на ароматические нитросоединения в щелочной среде под действием карбонилов железа или рутения образовывались амины [1, с. 167, 168] (Рис. 6, реакция (7)). При использовании в качестве сореагента бензальдегида под действием CO в среде третичного амина при катализе $Rh_6(CO)_{16}$ из ароматического нитросоединения получали основание Шиффа [1, с. 168] (Рис. 6, реакция (8)). В свою очередь, ароматические основания Шиффа, реагируя с CO при 200-230 °С и давлении CO 10-20 МПа при катализе $Co_2(CO)_8$, превращались во фталимидины с высокими выходами [2, с. 113] (Рис. 7). Скорость карбонилирования была прямо пропорциональна концентрации катализатора, основания Шиффа, его основности и обратно пропорциональна давлению CO. Было установлено, что карбонилы железа каталитически менее активны, чем карбонилы кобальта, а карбонил никеля вообще не проявил активности [2, с. 113].

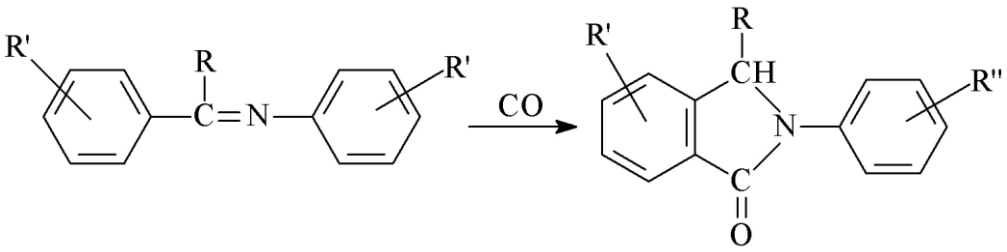
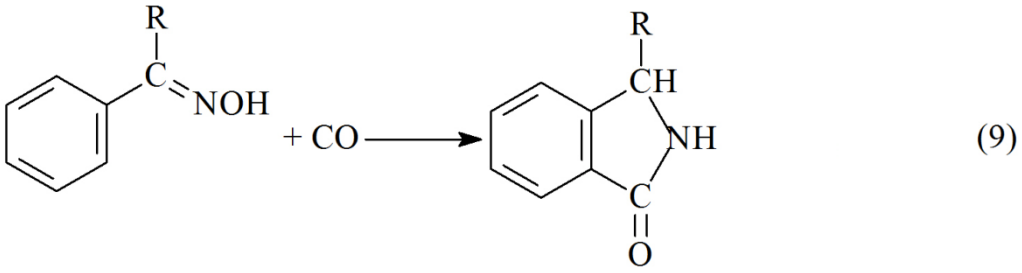
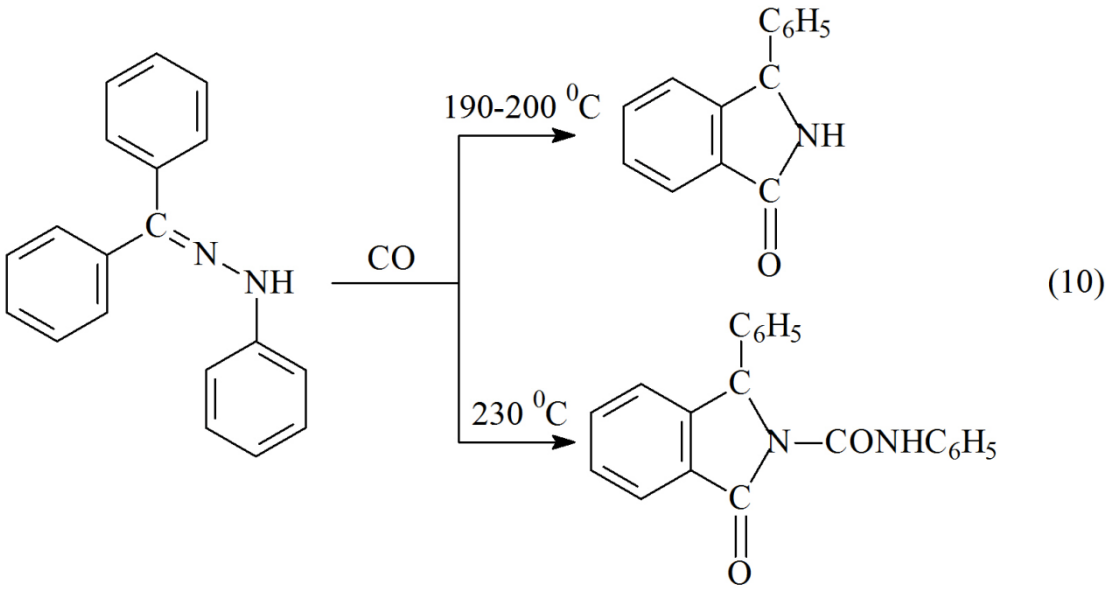


Рис. 7. Карбонилирование оснований Шиффа

При взаимодействии ароматических кетоксимов с CO в присутствии от 1 до 6 % H_2 при катализе карбонилом кобальта при 250 °C и давлении CO 28,8 МПа протекала реакция карбоциклизации [2, с. 114] (Рис. 8, реакция (9)). Карбонилирование кетоксимов арилалифатического и нафталинового рядов протекало менее селективно по сравнению с оксимами ароматических кетонов [2, с. 114].



(9)



(10)

Рис. 8. Карбонилирование кетоксимов (9) и фенилгидразона (10)

Карбонилирование фенилгидразонов ароматических кетонов в зависимости от температуры протекало по-разному. Так, фенилгидразон бензофенона в условиях карбонилирования при катализе $Co_2(CO)_8$ под давлением 16,2 МПа давал следующие продукты [2, с. 114] (Рис. 8, схема (10)). Как указано в работе [2, с. 114], циклизация с CO всегда приводит к образованию пятичленных циклов, даже если существует возможность образования шестичленного гетероцикла [2, с. 114].

Карбонилирование семикарбазонов ароматических кетонов при температуре ниже 230 °C протекает с образованием азинов, а при 235-240 °C и давлении CO 24 МПа приводит к образованию фталимидинов [2, с. 115].

Описано карбонилирование ароматических нитрилов в присутствии $Co_2(CO)_8$ под оксидом углерода (II), содержащим 2 % H_2. Из бензонитрила при 230-240 °C и давлении CO 28 МПа образуется N-

бензилфталимидин (60 %) и бензамид (39 %) [2, с. 115].

Азосоединения под действием $Co_2(CO)_8$ подвергались карбонилированию с образованием индазолонов и диоксохиназолонов. Карбонилы железа и никеля каталитически были менее активны в этих реакциях по сравнению с $Co_2(CO)_8$ [2, с. 115].

Арилдиазонийтетрафторбораты, обработанные CO, карбоксилаты натрия и ацетат палладия давали смешанные ангидриды кислот. Карбонилирование смеси соли диазония и тетраалкилолова приводило к образованию алкиларилкетонов [6, с. 226].

Карбонилирование ароматических иминов с использованием CO и алкенов в среде толуола при 160 °C и давлении CO 0,5 МПа при катализе $Ru_3(CO)_{12}$ с последующей обработкой силикагелем приводило к образованию инденонов [10, с. 4].

Карбонилирование ароматических амидов в о-положение под действием CO и этилена при катализе $Ru_3(CO)_{12}$ в присутствии воды в среде толуола при 160 °C и давлении этилена 0,7 МПа приводило к образованию фталимидов [10, с. 18]. Описано высоко региоселективное карбонилирование неактивированной C-H-связи в амидах, содержащих кольцо пиридина и функциональные группы (CH_3O-, Cl-, Br- и CF_3-), при катализе $Ru_3(CO)_{12}$ в тех же условиях [10, с. 21].

Ацилирование пиридина, взятого в качестве среды для проведения реакции при 150 °C и 1,0 МПа, протекало в α-положение в соответствии с уравнением реакции (Рис. 9) [3, с. 187]. В дальнейшем было установлено, что в реакцию способны вступать также пятичленные N-гетероциклы, такие как имидазолы, тиазолы, оксазолы и пиразолы. Реакционная способность субстратов ацилирования возрастала с увеличением основности N-гетероциклов в соответствии с рядом [3, с. 187]: пиразол < оксазол < тиазол < имидазол.

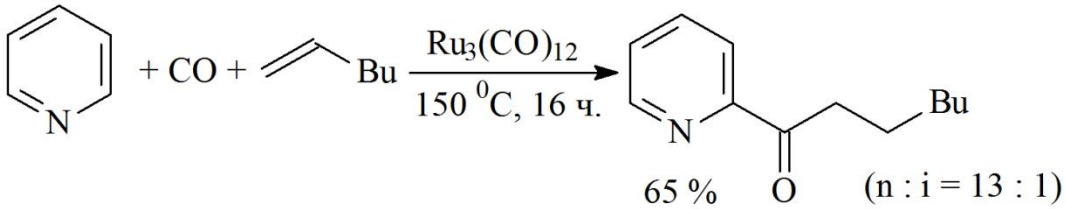


Рис. 9. Уравнение реакции ацилирования пиридина

Ацилирование 1,2-диметилбензимидазола оксидом углерода (II) и 3,3-диметилбутеном-1 в среде толуола при 160 °C и давлении CO 0,5 МПа при катализе $Ru_3(CO)_{12}$ приводило к образованию продукта β-ацилирования с выходом 77 % за 20 часов реакции (Рис. 10) [3, с. 188].

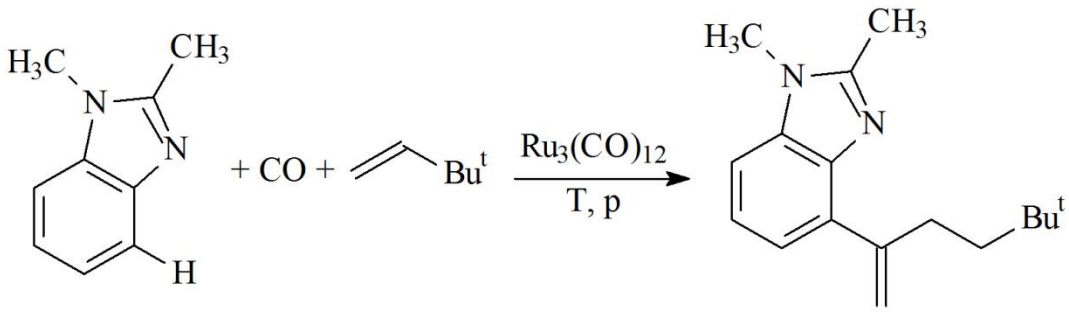


Рис. 10. Уравнение реакции ацилирования 1,2-диметилбензимидазола

Следует отметить, что несмотря на указанную реакционную способность в карбонилировании имидазолы использовались в качестве промотирующих добавок к гомогенному рутениевому катализатору $Ru_3(CO)_{12}$ в реакции образования этиленгликоля из CO и H_2, проводимой при 240 °C и давлении CO 50 МПа (соотношение CO:H_2 составляло 1:1) в среде N-метил- 2 пирролидинона, тетрагидрофурана, бензола или тетраглима [11, с. C27-C28].

В той же реакции ацилирования 2-(м-метоксифенил)пиридин под действием CO и этилена при 160 °C и давлении CO 2 МПа при катализе $Ru_3(CO)_{12}$ селективно давал продукт в о-положение бензольного кольца (γ-положение по отношению к атому азота пиридинового кольца). В работе отмечается, что в противоположность α- и β-карбонилированию производных пиридина в случае γ-карбонилирования реакция имеет ограниченное применение в отношении этилена как олефиновой составляющей и в случае использования гексена-1 не протекает. На характер образующихся продуктов оказывают влияние и функциональные группы, содержащие атом азота в sp^2-гибридизации [3, с. 189].

Ацилирование производных пиридина при катализе $Ru_3(CO)_{12}$ протекало и в δ-положение по отношению к атому азота пиридинового кольца. В качестве ацилирующих агентов использовались CO и этилен при 160 °C и давлении CO 1 МПа. Реакция была чувствительна к полярности растворителя. Выбор в качестве растворителя диметилформамида был решающим для эффективного протекания реакции [3, с. 191].

Таким образом, взаимодействие ароматических соединений с CO в зависимости от условий реакции приводит к образованию разнообразных ароматических продуктов: альдегидов, кетонов, алкилпроизводных, изоцианатов, карбаматов, уреаз, формамидов, азосоединений, ацетанилидов, аминов, оснований Шиффа и др. В ряде случаев карбонилирование позволяет отказаться от использования высокотоксичных реагентов. Благодаря используемым металлокомплексным катализаторам удается осуществить некоторые реакции в достаточно мягких условиях с высокими выходами, что открывает перспективу их промышленного внедрения.

Список литературы

1. Шелдон Р.А. Химические продукты на основе синтез-газа. – М.: Химия, 1987. – 248 с.

2. Нефедов Б.К. Синтезы органических соединений на основе окиси углерода. – М.: Наука, 1978. – 224 с.

3. Chatani N. Selective carbonylations with ruthenium catalysts // Topics in Organometallic Chemistry. – 2004. – V. 11. – P. 173-195.

4. Kiso Yo., Saeki K., Hayashi T., Tanaka M., Matsunaga Y., Ishino M., Tamura M., Deguchi T., Nakamura H. 1-Alkylbenzimidazoles as unique promoters for a homogeneous ruthenium catalyst for direct ethylene glycol formation from synthesis gas // Journal of Organometallic Chemistry.-1987.- V. 335.– P. C27-C31.

5. Barnard C.F.J. Palladium-catalyzed carbonylation – a reaction come of age // Organometallics. – 2008. – V. 27. – P. 5402-5422.

6. Coutts I.G.C. Carbon monoxide and its derivatives, carbonic acid and its derivatives // Second Supplements to the 2-nd Edition of Rodd's chemistry of carbon compounds. – 1992. – V. 1C. – P. 223-258.

7. Gauthier-Lafaye J., Person R. Carbon monoxide and fine chemicals synthesis // Industrial Applications of Homogeneous Catalysis. Vol. 10 of the series Catalysis by Metal Complexes.– D. Reidel Publishing Company, 1988. – P. 19-64.

8. Dickson R.S. Carbonylation and hydroformylation reactions // Homogeneous catalysis with compounds of rhodium and iridium. – D. Reidel Publishing Company, 1985. – P. 118-158.

9. Bhaduri S., Sharma K.R., Khwaja H.I. Homogeneous catalysis by ruthenium carbonyl clusters // Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Chemical Sciences). – 1989. – V. 101. – N 3. – P. 195-209.

10. Feng J.-Bo., Wu X.-F. Ruthenium-catalyzed carbonylative synthesis of heterocycles // Series Topics in Heterocyclic Chemistry. Transition metal catalyzed carbonylative synthesis of heterocycles. – 2015. – V. 42. – P. 1-23.

11. Kiso Yo., Saeki K., Hayashi T., Tanaka M., Matsunaga Y., Ishino M., Tamura M., Deguchi T., Nakamura H. 1-Alkylbenzimidazoles as unique promoters for a homogeneous ruthenium catalyst for direct ethylene glycol formation from synthesis gas // Journal of Organometallic Chemistry.-1987.–V. 335.–P. C27-C31.

© Н.Т. Севостьянова, 2017
© С.А. Баташев, 2017

УДК.541.123.3

ГЛАВА 17. ПОЛУЧЕНИЕ ДЕФОЛИАНТОВ НА ОСНОВЕ ХЛОРАТОВ НАТРИЯ МАГНИЯ, ЭТАНОЛАМИННЫХ СОЛЕЙ 3-ОКСИПИРИДАЗОН-6

ХУДОЙБЕРДИЕВ ФАЗЛИДИН ИСРОИЛОВИЧ
старший преподаватель, кафедра «Химическая технология»
Навоийский государственный горный институт

Аннотация: Проведено теоретическое обоснование процесса взаимодействия 3–оксипиридазонат–6 моно-, ди- и триэтаноламинами. На основании теоретического анализа и экспериментальных данных построена диаграмма растворимости взаимной системы 3–оксипиридазонат–6 – моно-, ди- и триэтаноламин – вода, которые позволяет определить оптимальные условия получения дефолиантов хлопчатника.
Ключевые слова: моноэтаноламин, диэтаноламин, триэтаноламин, система, вода, дефолиант.

GETTING DEFOLIANTS BASED ON SODIUM CHLORATES OF MAGNESIUM, SALTS ETHANOLAMINE 3-OXYPYRIDAZONE-6.

Khudoyberdiev Fazliddin Isroilovich

Abstract: Theoretical substantiation of the process of interaction of 3-oxypyridazonate -6 with mono-, di- and triethanolamines was carried out. On the basis of theoretical analysis and experimental data, a diagram of the solubility of the mutual system of 3-oxypyridazonate -6 with mono-, di- and triethanolamine – water is constructed, which allows to determine the optimal conditions for obtaining cotton defoliants.
Key words: monoethanolamine, diethanolamine, triethanolamine, system, water, defoliant.

Выпускаемые в Республике Узбекистан малотоксичные жидкие хлорат магниевые дефолианты несмотря на малотоксичность обладает «жесткостью» действия на растения, вызывая ожоги листьев, молодых и полноценных коробочек, что приводит к снижению урожая хлопка-сырца и ухудшению его качества.[1]

Одним из перспективных и рациональных способов решения этой актуальной задачи является совместное применение для дефолиации хлорат содержащих препаратов, соединений содержащих – CH_2=CH_2- этиленовую группу. Представителями таких соединений являются этаноламины и их соли. Они проявляют дефолирующую активность благодаря наличию в их молекулах этиленовую группу. Применение их совместно с хлоратами повышает уровень этилена в зоне опадения листьев и ускоряет образование отделительного слоя в листовых черешках.[2]

В этой связи для получения комплекснодействующих дефолиантов, содержащих несколько действующих веществ, перспективным является применение этаноламинных солей 3-оксипиридазона-6 и трикарбамидохлората натрия в качестве добавки к хлорату натрия, жидкому хлорат магниевому дефолианту.

Для исследования применяли этаноламины марки «ч», очищенный перегонкой под вакуумом и 3-оксипиридазон-6, синтезированный на основе малиенового ангидрида и сульфата гидразина.

Шестиводный хлорат магния синтезирован взаимодействием шестиводного хлорида магния с хлоратом натрия, взятых в мольном соотношении 1:2 в ацетоновой среде. В результате обменной реакции получен хлорат магния, растворимый в ацетоне, который после отгонки растворителя под вакуумом выделяли в кристаллическом состоянии и перекристаллизовывали из водного раствора.

Хлорат кальция получали на основе обменной реакции плавленого хлористого кальция с хлоратом натрия в ацетоновой среде согласно методике.

Трикарбамидохлорат натрия синтезировали добавлением в сплав карбамида кристаллического хлората натрия в мольных соотношениях компонентов 3:1. После образования прозрачного однородного расплава охлаждением получали белый кристаллический продукт с температурой кристаллизации 86ºС, характерный для трикарбамидохлората натрия.

Использовали хлорат магния и карбамид марки «ч» и «чда», дополнительно очищенные перекристаллизацией из водных растворов.

При количественном химическом анализе жидких и твердых фаз были применены следующие общеизвестные методы аналитической химии: содержание хлорат-иона определяли объемным перманганатометрическим методом, количество кальция и магния определяли комплексонометрическим методом, натрий – методом пламенной фотометрии содержание хлор-иона – методом Мора, элементный анализ на углерод, азот, водород проводили согласно методике.

Исследование гетерогенных фазовых равновесий в системах проводили визуально-политермическим методом, согласно которому наблюдали за температурой появления первых кристаллов при равномерном охлаждении или исчезновении последних кристаллов при медленном нагревании и непрерывном перемешивании растворов. Растворимость определяли в пробирке, закрытой пробкой, с мешалкой и термометром с ценой деления 0,1ºС.[3]

Установление состава и температуры кристаллизации узловых нонвариантных точек и уточнение характера изменения линии насыщения двух сосуществующих твердых фаз проводилось построением проекции политермических кривых растворимости на соответствующие боковые водные стороны системы. Точки состава, отвечающие изотермам растворимости, находили интерполяцией данных по политермическим разрезам. Построение политермических диаграмм растворимости изученных систем проведено нами в прямоугольном треугольнике. Концентрация растворов выражена в массовых процентах. Идентификацию твердых фаз проводили различными методами физико-химического анализа.

ИК-спектроскопический анализ проводили для выяснения характера взаимодействия между составляющими компонентами соединений. ИК-спектры поглощения исходных компонентов и исследуемых соединений регистрировали на спектрофотометре SPECORD-75 IR в области частот 4000-400см$^{-2}$.Образцы готовили прессованием таблеток. Дифференциально-термический анализ исследуемых соединений проводили на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей, при скорости нагрева 10-12 град/мин, навеска веществ – 100-200 мг, чувствительность гальванометров ДТА-1/10, ДТГ-1/15, ТГ-200 в интервале температур 20-600ºС. Использовались термопары платино-платинородиевые, изолированные от веществ. Анализ проводили в платиновых тиглях с крышкой. Эталон – прокаленная окись алюминия.

Рассмотрены физико-химические исследования водных систем на основе хлоратов натрия, магния и трикарбамидохлората натрия, этаноламинов 3-оксипиридазона-6. Изучение гетерогенных фазовых равновесий в сложных водных системах с участием хлоратов натрия, магния, трикарбамидохлората натрия, этаноламинов и 3-оксипиридазона-6 обусловлено практическим значением исходных компонентов. Рассматриваемые хлораты выпускаются в отечественной промышленности, являются широко применяемыми в хлопководстве и легко доступными дефолиантами неорганического происхождения. Этаноламины, 3-оксипиридазона-6 и их производные являются эффективными регуляторами роста растений, ингибиторами вторичного отрастания листьев после дефолиации и добавками к дефолиантам, усиливающим их активность. В этой связи для характеристики поведения трикарбамидохлората натрия, хлоратов натрия, магния, этаноламинов и 3-оксипиридазона-6 при их совместном присутствии

в широком температурном и концентрационном интервалах, а также с целью физико-химического обоснования технологического процесса получения комплексных дефолиантов, содержащих несколько действующих веществ, изучены растворимости водных систем с участием указанных выше компонентов.

Политерма растворимости системы моноэтаноламин-3-оксипиридазона-6 – вода

По отношению к основаниям 3-оксипиридазона-6 ($C_4H_4N_2O_2$) ведет себя как одноосновная кислота. Поэтому представляло интерес изучение гетерогенного фазового равновесия в тройной системе $NH_2C_2H_4OH$ - $C_4H_4N_2O_2$ - H_2O с целью обоснования условий синтеза нового соединения с физиологической активности и выяснения поведения исходных компонентов при их совместном присутствии в широком температурном и концентрационном интервале.

Бинарная система $NH_2C_2H_4OH$ - H_2O изучена рядом авторов. Полученные наши данные хорошо согласуются с литературными источниками. Изучением бинарной системы $C_4H_4N_2O_2$ -H_2O установлено наличие двух ветвей кристаллизации на ее диаграмме растворимости. Криогидратная точка системы соответствует 0,3% $C_4H_4N_2O_2$ и 99,7% H_2O при -2,5ºС. На диаграмме плавкости системы моноэтаноламин - 3-оксипиридазона-6 в интервале температур 1,1 - 60 ºС нами выявлены линии ликвидуса моноэтаноламина и соединения состава $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$.

Тройная система моноэтаноламин - 3-оксипиридазона-6 – вода исследована шестью внутренними разрезами; из них I-II проведены со стороны 3-оксипиридазон-6 – вода к вершине моноэтаноламина, а III-IV со стороны моноэтаноламин – вода – к вершине 3-оксипиридазон-6.

На основании политерм боковых систем и внутренних разрезов построена политермическая диаграмма растворимости системы моноэтаноламин-3-оксипиридазон-6 – вода при температурах от -53,2 до 60ºС (рисунок 1).

На фазовой диаграмме состояния системы разграничены поля кристаллизации льда, моноэтаноламина, 3-оксипиридазона-6 и нового соединения состава $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$. Установлено четыре тройные нонвариантные точки системы (таблица 1).

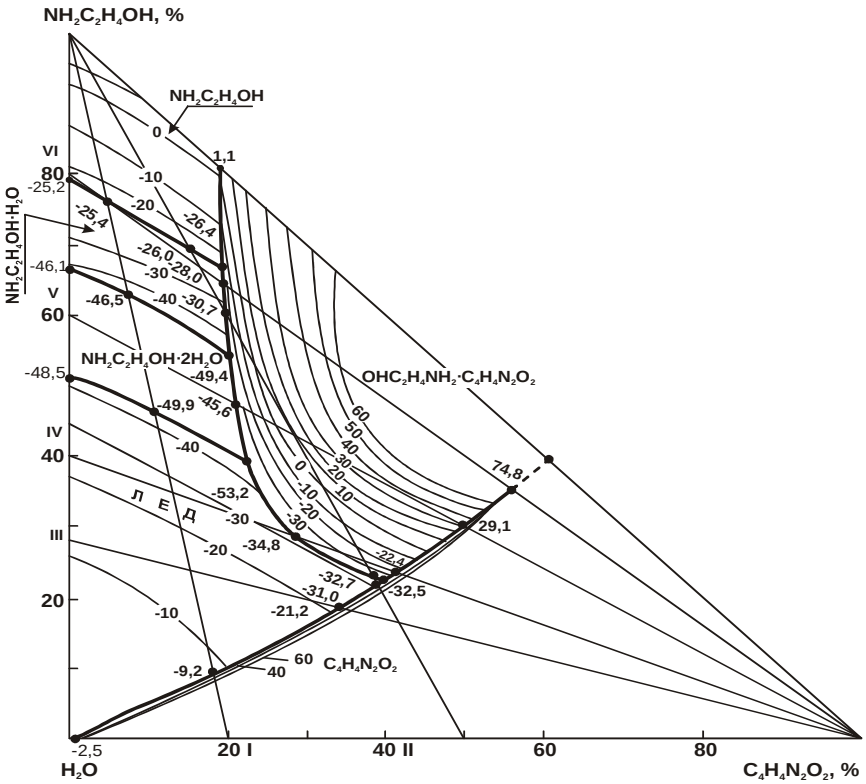


Рис. 1. Диаграмма растворимости системы моноэтаноламин-3-оксипиридазона-6 – вода

На политермической диаграмме растворимости нанесены изотермы через каждые 10ºС в интервале температур – 40-60ºС.

Таблица 1

Двойные и тройные точки системы $NH_2C_2H_4OH$-$C_4H_4N_2O_2$- H_2O

Состав жидкой фазы,%			Температура крист.,ºС	Твердая фаза
NHC_2H_4OH	$C_4H_4N_2O_2$	H_2O		
1	2	3	4	5
—	0,3	99,7	-2,5	Лед + $C_4H_4N_2O_2$
9,2	18,0	72,8	-9,2	То же
18,4	34,4	47,0	-21,2	« «
21,8	39,1	39,1	-31,0	
22,3	40,0	37,7	-32,5	Лед + $C_4H_4N_2O_2$+$HOC_2H_4H_2N$-$C_4H_4N_2O$
23,7	42,2	34,91	-22,4	$HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O$+ $C_4H_4N_2O_2$
29,9	49,8	20,3	29,1	То же
34,9	55,6	9,5	74,8	« «
23,0	38,5	38,5	-32,7	Лед + $HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O_2$
29,0	28,0	43,0	-34,8	То же
39,2	40,0	20,8	-53,2	Лед + $HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O_2$ +$HOC_2H_4H_2N$ ·2
46,2	10,7	43,1	-49,9	Лед + $HOC_2H_4H_2N \cdot 2\ H_2O$
52,0	-	48,0	-48,5	То же
47,4	20,8	31,8	-45,6	$HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O_2$ + $HOC_2H_4H_2N \cdot 2\ H_2O$
54,0	20,3	25,7	-49,4	$HOC_2H_4H_2N \cdot 2\ H_2O$+ $HOC_2H_4H_2N \cdot H_2O$+ $HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O_2$
62,9	7,4	29,7	-46,5	$HOC_2H_4H_2N \cdot 2H_2O$+ $HOC_2H_4H_2N \cdot H_2O$
66,4	-	33,6	-46,1	То же
60,6	19,6	19,8	-30,7	$HOC_2H_4H_2N \cdot H_2O$+ $HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O_2$
64,5	19,5	16,0	-28,0	То же
66,9	19,2	13,9	-26,4	$HOC_2H_4H_2N \cdot H_2O$+$HOC_2H_4H_2N$+ $HOC_2H_4H_2N \cdot C_4H_4N_2O_2$
69,5	15,0	15,5	-26,0	$HOC_2H_4H_2N \cdot H_2O$+ HOC_2H4H_2N
76,0	4,8	19,2	-25,4	То же
79,2	-	20,8	-25,2	« «

Согласно полученным данным в присутствии моноэтаноламина растворимость 3-оксипиридазон-6 повышается, что также свидетельствует о комплексообразовании в системе $NH_2C_2H_4OH$-$C_4H_4N_2O_2$-H_2O. Действительно, в исследованной системе имеет место образование нового соединения состава $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$ в интервале температур – 53,2-60ºС при содержании 22,3-81,2% 3-оксипиридазон-6.

Соединение выделено в кристаллическом виде и идентифицировано методами химического и физико-химического анализов.

Химический анализ фазы, выделенной из предполагаемой области кристаллизации $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$, дал следующие результаты: найдено, в %: C – 41,57; H -6,38; N – 24,31. Для $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$ вычислено, в %: C – 41,61; H -6,35; N – 24,27.

Данные рентгенографического анализа подтверждают образование указанного соединения, характеризующегося собственными дифракционными рефлексами со значениями межплоскостных расстояний: 4,657; 4,426; 4,315; 3,990; 3,695; 3,448; 3,326; 3,227; 3,129; 2,290; 2,876; 2,765; 2,720; 2,610; 2,540; 2,420; 2,270; 2,205; 2,097; 1,970; 1,810; 1,677 Aº, не характерными для исходных компонентов (рисунок 2).

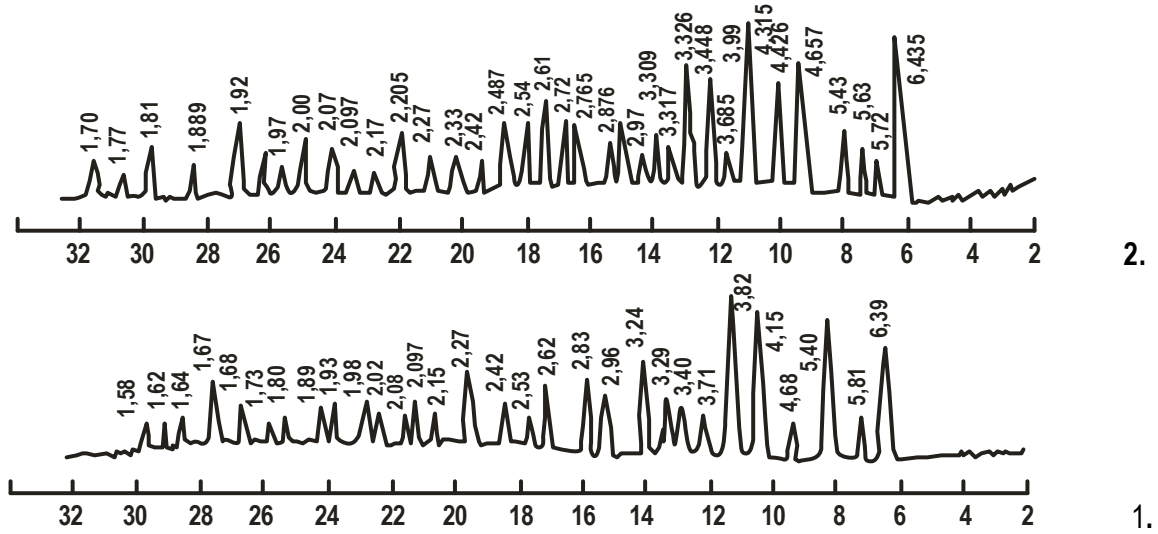


Рис. 2. Рентгенограммы 3-оксипиридазона-6 (1) и 3-оксипиридазонат-6 моноэтаноламмония (2).

Термические свойства моноэтаноламинного комплекса 3-оксипиридазон-6 отличаются от свойств исходных компонентов. Моноэтаноламин в обычных условиях представляет собой жидкость с температурой кристаллизации 10,5ºС. При нагревании при атмосферном давлении он кипит при 171,1ºС и испаряется (9). Для 3-оксипиридазон-6 характерно плавление с разложением при 310-312ºС. Потеря в массе по ТГ дериватограмме при этом составляет 52,6%. Дальнейшее разложение 3-оксипиридазон-6 при нагревании не сопровождается с явными термоэффектами. Общая убыль в массе при нагревании вещества до 550ºС соответствует – 73,7%.

На дериватограмме $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$ имеются три эндотермических эффекта. При 85ºС происходит плавление соединения, а при 206-270 и 345ºС – разложение с потерей в массе соответственно 15,1 и 11,5%. При дальнейшем нагревании соединение разлагается с не ярко выраженными термоэффектами. Общая потеря в весе при нагревании соединения до 550ºС составляет 69,0% (рис. 3)

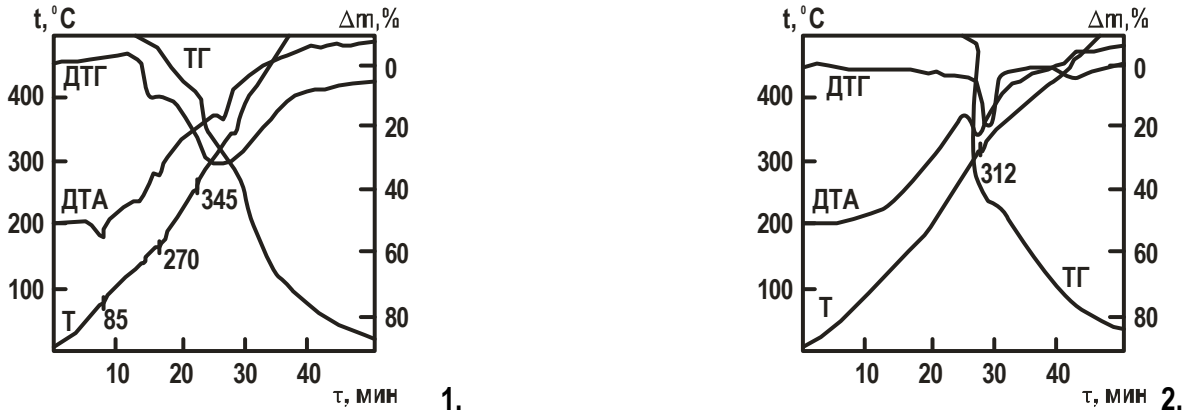


Рис. 3. Дериватограммы 3-оксипиридазонат-6 моноэтаноламмония (1) и 3-оксипиридазона-6 (2).

На ИК-спектре $NH_2C_2H_4OH \cdot C_4H_4N_2O_2$ обнаружена новая интенсивная полоса в области частот 3090-3000см$^{-1}$, соответствующая колебанию ν (-NH_3^+) иона. Это указывает на образование соединения за счет присоединения протона гидроксила 3-оксипиридазона-6 к атому азота моноэтаноламина (рисунок 4). ИК-спектр моноэтаноламина характеризуется полосами поглощения при 3350, 3295 и 3190 см$^{-1}$, обусловленными соответственно валентными колебаниями ОН-группы, антисимметричными и симметричными валентными колебаниями N-H связей. Кроме того, для спектра $NH_2C_2H_4OH$ характерны полосы поглощения в области частот 2945, 2865, 1650, 1592, 1360, 1085 и 1040 см$^{-1}$, см$^{-1}$ соответствующие $\upsilon_{as}(CH_2)$ $\upsilon_{as}(CH_2)$ δ(OH) δ(NH), плоские δ(OH) υ (C-O), υ (CH) и υ (C-O).

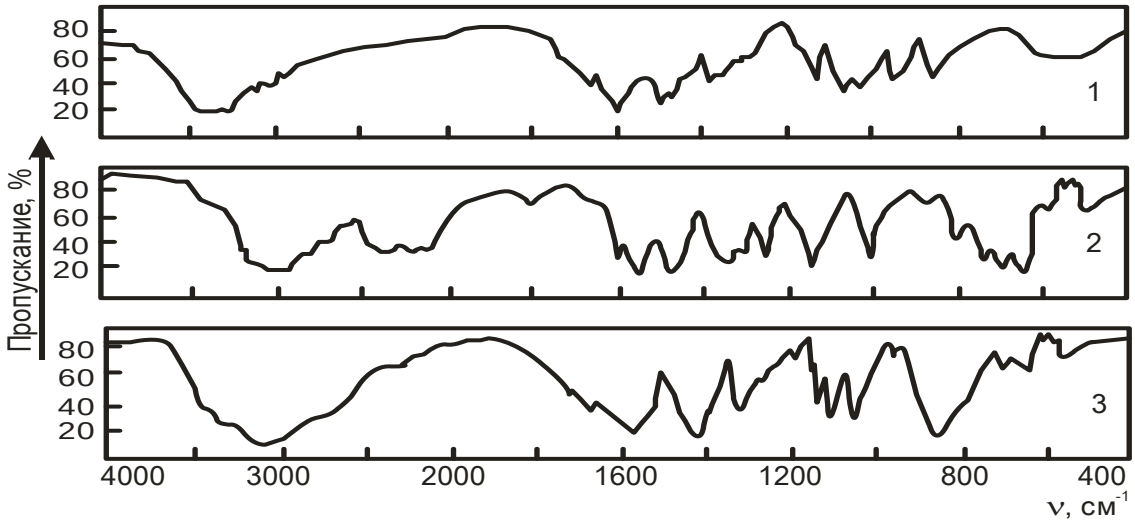


Рис. 4. ИК-спектры моноэтаноламина (1), 3-оксипиридазона-6 (2) и 3-оксипиридазонат-6 моноэтаноламмония (3).

Диаграмма растворимости системы диэтаноламин – 3-оксипиридазон-6 – вода

Для выяснения поведения диэтаноламина, 3-оксипиридазона-6 при их совместном присутствии нами исследована растворимость в системе диэтаноламин – 3-оксипиридазон-6 – вода.

Системы $NH(C_2H_4OH)_2$-H_2O и $C_4H_4O_2N_2$-H_2O, входящие в состав системы $NH(C_2H_4OH)_2$ - $C_4H_4O_2N_2$- H_2O, изучены рядом авторов.

Растворимость в системе диэтаноламин – 3-оксипиридазон-6 – вода изучена шестью внутренними разрезами: I-II разрезы проведены от стороны 3-оксипиридазон-6 к вершине диэтаноламина, а III-VI – от стороны диэтаноламина к вершине 3-оксипиридазон-6. На основе полученных данных построена диаграмма растворимости системы диэтаноламин–3-оксипиридазон-6 – вода от 61,2 до 60ºС, на которой разграничены поля кристаллизации льда, $NH(C_2H_4OH)_2$, $C_4H_4O_2N_2$ и нового соединения состава $NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4O_2N_2$ (рис. 5 и табл. 2).

Согласно приведенным данным изученной системы видно, что в ней в качестве новой фазы происходит образование соединения состава $NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4O_2N_2$, в присутствии диэтаноламина 3-оксипиридазон-6 повышает свою растворимость, что также свидетельствует о комплексообразовании в системе $NH(C_2H_4OH)_2$ - $C_4H_4O_2N_2$- H_2O.

Выделить в твердом виде соединение диэтаноламина:3-оксипиридазон-6 не удалось. Химический анализ дал следующие результаты: найдено, %: C-44,29; H-6,87; N-19,31. Для $NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4O_2N_2$ вычислено, % : C-44,24; H-6,91; N-19,36. Синтезированное соединение – прозрачная жидкость со слегка желтоватым оттенком, без запаха. Эмперическая формула $NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4N_2O_2$. Молекулярный вес М – 217,0. Температура кипения - 148ºС. Температура кристаллизации – 7,5ºС, pH среды 7,5-7,8; d_{20}-1,28-1,30 г/см^3; η_{20}-245,34-248,36 мм^2/с; Содержание основного вещества в зависимости от используемых реагентов колеблется в пределах 97,8-99,6%.

Таблица 2

Двойные и тройные точки системы: $NH(C_2H_4OH)_2$ - $C_4H_4O_2N_2$ - H_2O

Состав жидкой фазы,%			Темп-ра крист.,%	Твердая фаза
$NH(C_2H_4OH)_2$	$C_4H_4O_2N_2$	H_2O		
65,0	-	35,0	-56,2	Лед+ $NH(C_2H_4OH)_2$
61,6	7,8	30,6	-58,0	« «
58,0	15,2	26,8	-61,2	Лед+ $NH(C_2H_4OH)_2$+$NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4O_2N_2$
63,6	14,3	22,1	-38,8	$NH(C_2H_4OH)_2$+ $NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4O_2N_2$
69,1	13,9	17,0	-24,0	« «
87,2	12,8	-	4,0	« « $C_4H_4N_2O_2$
-	0,3	99,7	-2,5	Лед+ $C_4H_4O_2N_2$
13,4	17,3	69,3	-9,6	« «
18,9	20,5	63,6	-11,2	« «
17,8	23,2	59,0	-12,0	Лед+ $C_4H_4O_2N_2$+ $NH(C_2H_4OH)_2 \cdot C_4H_4O_2N_2$

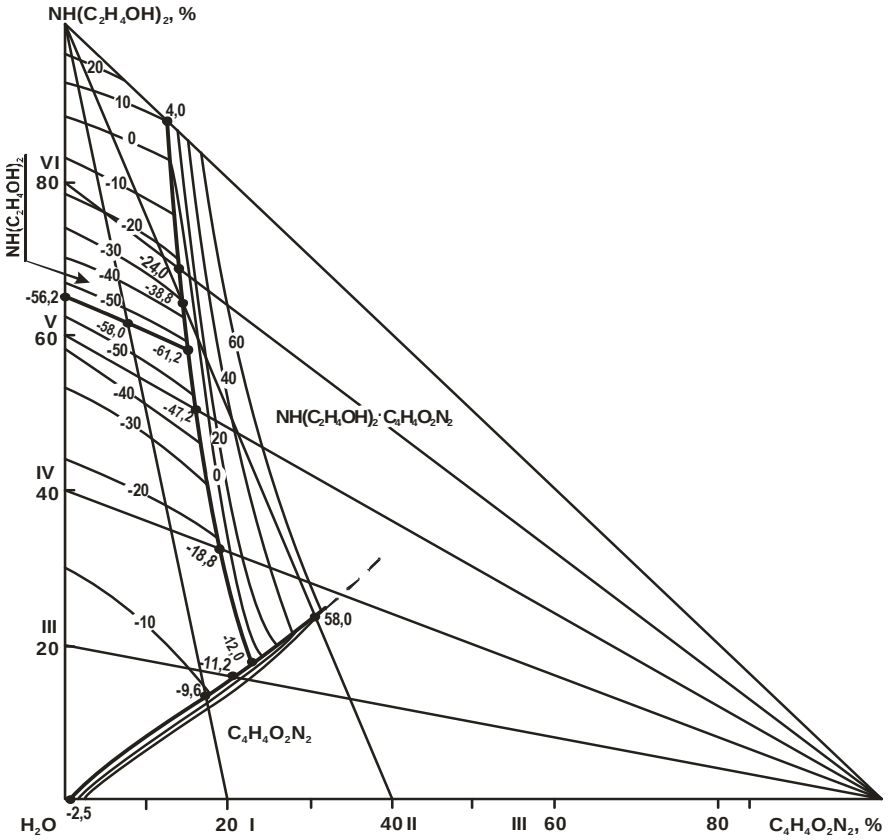


Рис. 5. Диаграмма растворимости системы $NH(C_2H_4OH)_2$ - $C_4H_4O_2N_2$- H_2O

Растворимость в системе триэтаноламин - 3-оксипиридазон-6 – вода

С целью физико-химического обоснования условий синтеза новых соединений физиологической и дефолиирующей активности изучено взаимодействие триэтаноламин с 3-оксипиридазон-6 в системе $N(C_2H_4OH)_3$-$C_4H_4N_2O_2$ - H_2O. Бинарная система $N(C_2H_4OH)_3$ - H_2O, входящая в состав данной тройной системы, изучена рядом авторов. При изучении бинарной системы $C_4H_4N_2O_2$ - H_2O нами установлено наличие двух ветвей кристаллизации на ее политермической кривой растворимости льда и 3-оксипиридазон-6. Для тройной системы $N(C_2H_4OH)_3$-$C_4H_4N_2O_2$ - H_2O исследовано пять внутренних разрезов. Из них I-III проведены со стороны триэтаноламин-вода к вершине 3-оксипиридазон-6, а IV- V – со стороны 3-оксипиридазон-6 – вода к вершине триэтаноламина.

Указанные поля сходятся в двух тройных нонвариантных точках совместного существования трех различных твердых фаз. Для этих точек определены составы равновесного раствора и соответствующие им температуры кристаллизации (табл. 3). На политермической диаграмме состояния нанесены изотермические кривые растворимости при температурах, равных: -40; -30; -20; -10; 0; 10; 20; 30; 40; 60; 80ºС.

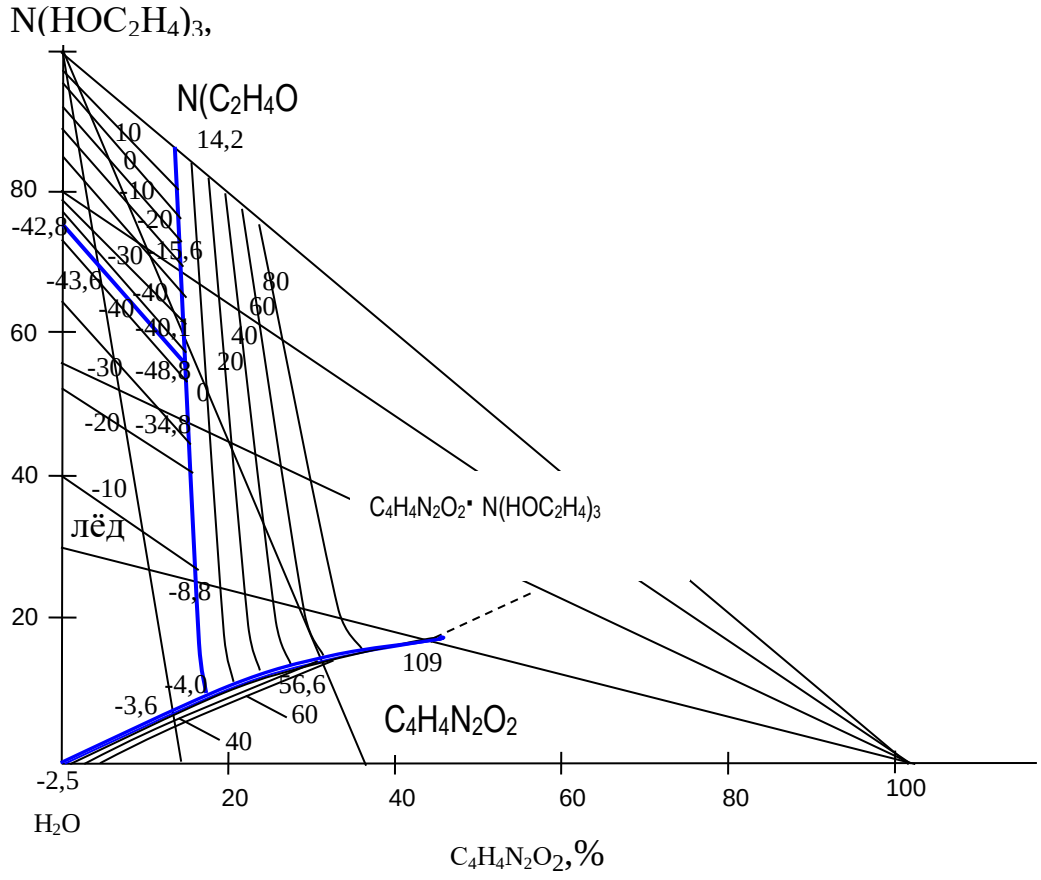


Рис. 6. Диаграмма растворимости системы триэтаноламин - 3-оксипиридазон-6 – вода

Из результатов исследования системы $N(C_2H_4OH)_3$ - $C_4H_4N_2O_2$ - H_2O видно, что в ней в качестве новой фазы происходит образование соединения состава $N(C_2H_4HO)_3 \cdot C_4H_4N_2O_2$, которые в присутствии триэтаноламина - 3-оксипиридазон-6 повышают свою растворимость. Что также свидетельствует о комплексообразовании в системе $N(C_2H_4HO)_3$-$C_4H_4N_2O_2$ - H_2O. Образование его происходит в области, богатой исходными компонентами.

Минимальная концентрация триэтаноламина, вызывающая образование в системе соединения – 12,4%, а 3-оксипиридазон-6 – 14,0%. Соединение выделено в индивидуальном состоянии и идентифи-

цировано методами химического и физико-химического анализов. Химический анализ дал следующие результаты: найдено,%: С – 45,87; Н –7,33; N – 16,15. Для $N(C_2H_4HO)_3 \cdot C_4H_4N_2O_2$ вычислено, в %: С – 45,98; Н –7,28; N – 16,09.

Таблица 3

Двойные и тройные точки системы $N(C_2H_4OH)_3$ - $C_4H_4N_2O_2$ - H_2O

Состав жидкой фазы,%			Темп-ра крист.,%	Твердая фаза
$N(C_2H_4OH)_3$-	$C_4H_4N_2O_2$	H_2O		
—	0,3	99,7	-2,5	Лед + $C_4H_4N_2O_2$
9,8	12,6	77,6	-3,6	То же
12,4	17,6	70,0	-4,0	Лед + $C_4H_4N_2O_2$+ $(HOC2H_4)_3N \cdot C_4H_4N_2O_2$
15,2	30,4	54,4	56,2	$C_4H_4N_2O_2$+ $(HOC_2H_4)_3N \cdot H_4N_2O$ $C_4H_4N_2O_2$
17,4	40,0	42,6	109,0	$C_4H_4N_2O_2$+ $(HOC_2H_4)_3N \cdot H_4N_2O$
23,5	16,2	59,9	-8,8	Лед + $(HOC_2H_4)_3N \cdot C_4H_4N_2O_2$
48,0	18,2	36,8	-34,8	Лед + $(HOC_2H_4)_3N \cdot C_4H_4N_2O_2$
57,2	14,7	28,1	-48,8	Лед + $(HOC_2H_4)_3N \cdot C_4H_4N_2O_2$ + $(HOC_2H_4)_3N$
71,0	4,0	25,0	-43,6	Лед + $N(HOC_2H_4)_3$
74,8	-	25,2	-42,8	Лед + $N(HOC_2H_4)_3$
59,2	14,6	26,2	-40,1	$N(C_2H_4HO)_3$+$(HOC_2H_4)_3N \cdot C_4H_4N_2O_2$
68,4	14,4	17,2	-15,6	$N(HOC_2H_4)_3$+$(HOC_2H_4)_3N \cdot C_4H_4N_2O_2$

По данным рентгенофазового анализа дифрактограмма соединения $N(C_2H_4HO)_3 \cdot C_4H_4N_2O_2$ характеризуется наличием индивидуальных наборов межплоскостных расстояний с соответствующей интенсивностью дифракционных рефлексов и углов отражения (рисунок 7).

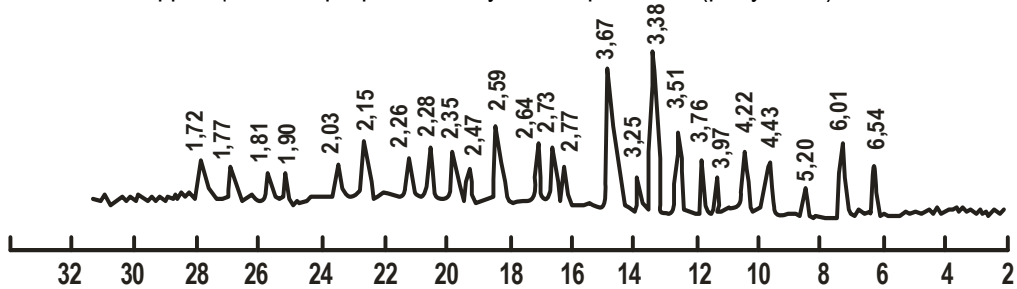


Рис. 7. Рентгенограмма 3-оксипиридазонат-6 триэтаноламмония.

Термические свойства триэтаноламинного комплекса 3-оксипиридазон-6 отличаются от свойств исходных компонентов. Триэтаноламин в обычных условиях представляет собой жидкость с температурой кристаллизации 21ºС. При нагревании в атмосферном давлении он кипит при 360ºС и полностью испаряется (9).

На кривой нагревания соединение $N(C_2H_4HO)_3 \cdot C_4H_4N_2O_2$ в интервале температур 20-550ºС зафиксированы три эндотермических эффекта. При 125ºС происходит плавление соединения, а при 220 и 305ºС – разложение с потерей массы. Соответственно 24,9 и 31,3%. При дальнейшим нагревании разложение соединения продолжается не ярко выраженными термоэффектами. По ТГ дериватограмме

общая потеря в массе достигается до 65,4% при 550ºС (рис. 8.).

В ИК-спектре триэтаноламина полосы поглощения в области частот 3415-3285 $см^{-1}$ обусловлены валентными колебаниями ОН-группы, связанные с водородными связями. Полосы 2938 и 2863 $см^{-1}$ соответствуют v_{as} (CH_2) и v_s (CH_2). Полосы поглощения, наблюдаемые в области 1645, 1075 и 1040 $см^{-1}$, вызваны δ(OH), ν(CN) и ν(C-O), что согласуется с литературными данными [185].

На ИК-спектре $N(C_2H_4HO)_3 \cdot C_4H_4N_2O_2$ обнаружена новая интенсивная полоса в области частот 3150-3165 $см^{-1}$, соответствующая валентному колебанию NH^+-иона. Это указывает на образование соединения за счет присоединения протона гидроксила 3-оксипиридазон-6 к атому азота триэтаноламина (рис. 9).

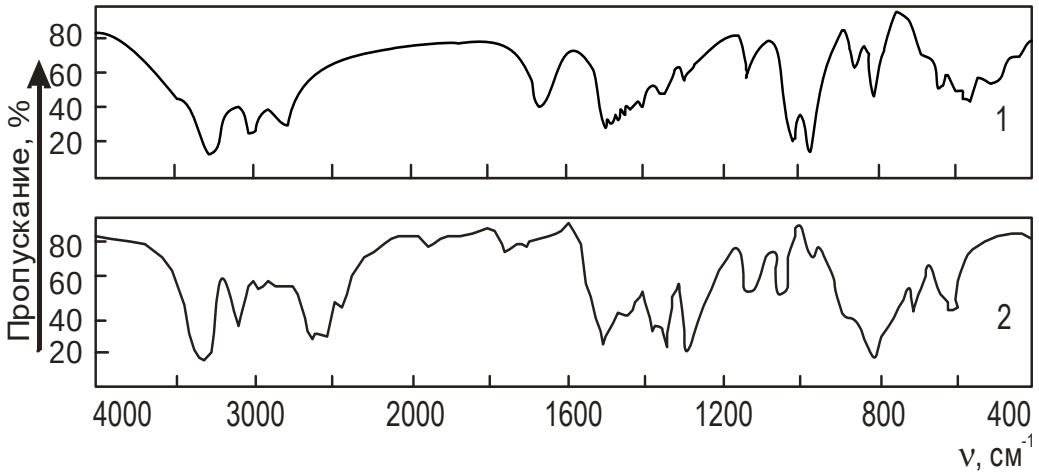


Рис. 9. ИК-спектры триэтаноламина (1) и 3-оксипиридазонат-6 триэтаноламмония.

На основании вышеизложенных можем определить составы для получения дефолианта хлопчатника из растворов 3-оксипиридазоната-6 моно-, ди- и триэтаноламмония.

Список литературы

1. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений дефолиантов и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве Республики Узбекистан на 2005—2007 годы. Ташкент, 2005. С. 22.

2. Исаев Ф. Г. Действие этаноламинов на урожайность, качество и полегаемость растений //12-й Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Рефераты, доклады и сообщения. М., 1981. Т. 6. С. 157— 15с.

3. Трунин А.С., Пешрова Д.Г. Визуально-политермический метод. Куйбышев. 1977.-94с.

УДК:547.466.63.47.6.253.2.146:132.8(04)

ГЛАВА 18. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗОЛЕЙЦИНА С ХЛОРИДОМ ЦИНКА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

ОМУРЗАКОВА ГУЛНАРА ГУЛАМОВНА

старший преподаватель кафедры естественнонаучных дисциплин медицинского факультета,
Ошский Государственный Университет,
Кыргызская Республика

Аннотация: В работе приведены экспериментальные данные исследования методом растворимости взаимодействия системы, состоящей из изолейцина и хлорида цинка в водной среде $ZnCl_2$ - L-изо$C_6H_{13}NO_2$- H_2O при 25^oC. Выделено новое комплексное соединение $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ в твердом виде и изучены некоторые физико-химические свойства нового соединения.
Ключевые слова: L- изолейцин, хлорид цинка, вода, комплексное соединение, элементный анализ, дифференциально термический анализ, термогравиметрический анализ.

THE SYNERY OF ISOLEUCINE WITH ZINC CHLORIDE IN AQUATIC ENVIRONMENT

Omurzakova Gulnara Gulamovna

Abstract: This work provides experimental data of research using the solubilite method, interaction of systems consisting of isoleucine and zinc chloride in the aquatic environment $ZnCl_2$ - L- изо$C_6H_{13}NO_2$ - H_2O at 25^oC. New complex compound in solid form $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ was received and some physicochemical properties of new compound were studied.
Key words: isoleucine, zinc chloride, water, complex compound, elemental analysis, differential thermal analysis, thermogravimetric analysis.

Координационные соединения биогенных элементов с органическими лигандами является биологически активными веществами. Известно, что в аминокислотах, содержащих, атомы азота и кислорода физиологическое действие значительно усиливается, при сочетании их с микроэлементами [1,2].

Среди аминокислот особый интерес представляет изолейцин и их производные, которые обладают широким спектром фармакологического действия. Изолейцин способен увеличить и обеспечить присоединение большего объема кислорода к гемоглобину, обеспечивает мышечные ткани энергией, способствует поглощению глюкозы и дефицит этой аминокислоты приводит к возникновению симптомов, сходных с гипогликемией [3].

В связи с выше изложенным нами проведено исследование взаимодействия изолейцина с хлоридом цинка в водной среде в интервале концентраций от минимального содержания одного из компонентов до полного его насыщения. Данные химического анализа равновесных растворов и твердых фаз системы $ZnCl_2$ - L- изо$C_6H_{13}NO_2$- H_2O при 25^0C приведены в табл.1 и на рис. 1. Растворимость изолейцина в данной системе составило 4,75%, а хлористого цинка 81,5%.

Таблица 1

Данные химического анализа равновесных растворов и твердых фаз системы $ZnCl_2$ - L-изо$C_6H_{13}NO_2$- H_2O при 25^{0}C

№	Состав жидкой фазы, масс.%			Состав твердой фазы, масс.%			Истинная твердая фаза
	L-изо-$C_6H_{13}NO_2$	$ZnCl_2$	H_2O	L-изо-$C_6H_{13}NO_2$	$ZnCl_2$	H_2O	
1	4,75	-	95,25	100	-	-	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
2	6,01	4,52	89,47	76,27	1,13	22,6	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
3	8,00	8,23	83,77	75,53	2,35	22,12	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
4	11,25	12,47	76,78	74,92	3,56	21,52	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
5	16,13	17,55	66,32	75,14	5,29	19,57	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
6	16,11	17,59	66,3	61,17	17,03	21,8	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
7	16,15	17,56	67,29	52,29	29,37	18,34	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
8	12,49	26,17	52,03	51,04	31,56	17,4	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
9	11,83	30,79	46,62	50,09	33,02	16,89	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
10	10,70	37,27	40,9	49,53	34,78	15,69	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
11	9,82	43,56	35,01	49,00	36,52	14,48	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
12	9,07	50,03	40,9	50,02	38,39	11,59	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
13	10,05	54,94	35,01	47,59	40,85	11,56	$ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо$C_6H_{13}NO_2$
14	0,01	54,93	35,06	29,53	58,72	11,75	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
15	10,07	54.90	35,03	18,69	69,31	12	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
16	10,03	54,92	35,05	2,33	90,01	7,66	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
17	4,29	66,52	29,19	1,34	92,52	6,14	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
18	1,63	76,04	22,33	0,65	90,08	9,27	L- изо$C_6H_{13}NO_2$ + $ZnCl_2$ + H_2O
19	-	81,53	18,47	-	100	-	$ZnCl_2$

Кривая растворимости представлена тремя ветвями кристаллизации (рис.1). Первая ветвь (1-5) соответствует выделению в твердую фазу изолейцина. С накоплением хлористого цинка в жидкой фазе имеет место заметное увеличение концентрации ионов цинка.

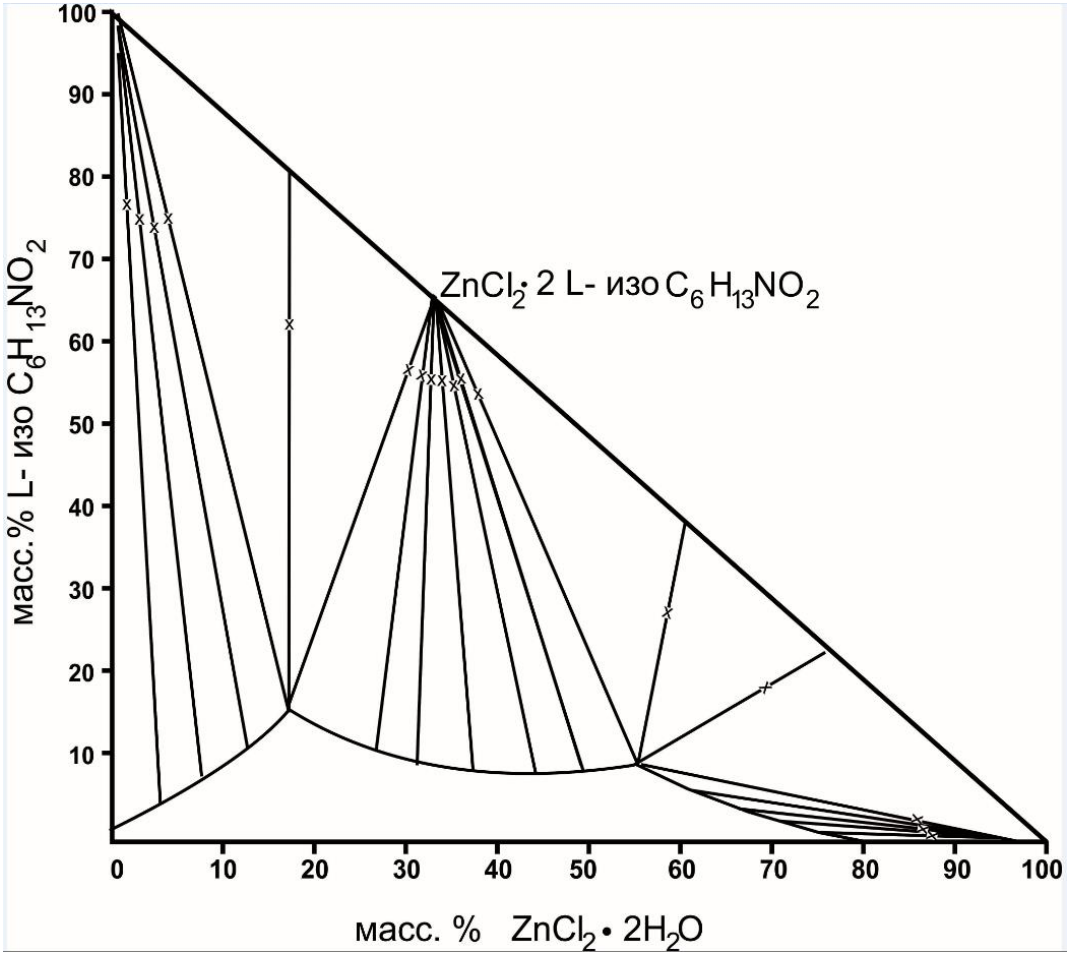


Рис.1. Диаграмма растворимости системы $ZnCl_2$ - L- изо$C_6H_{13}NO_2$- H_2O при 25^{0}C

Вторая ветвь (точки 7-13) соответствует выделению в твердую фазу безводного соединения $ZnCl_2 \cdot$ 2L- изо-$C_6H_{13}NO_2$ при соотношении компонентов 2:1. Прямолинейные лучи, идущие от фигуративных точек этой ветви, пересекаются в одной точке, указывая на кристаллизацию соединения постоянного состава с молекулярным весом 398,6 г/моль. Соединениевыделено в кристаллическом виде и установлено образование нового комплексного соединения состава: $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$.

Третья ветвь, включающая точки (16 – 21), отвечает за кристаллизацию и выпадение в осадок соединения, состоящего из 55% хлористого цинка и 10% изолейцина.

Индивидуальность нового комплексного соединения $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ исследовались методами химического и термического анализа. Химический анализ производили на содержание углерода, водорода, азота и соответствующих катионов металлов (табл.2).

Таблица 2

Данные элементного анализа исходных и полученных соединений

Соединение	Вычислено / найдено, масс. %				
	Zn	C	N	Cl	H
L- изо-$C_6H_{13}NO_2$	-	54,88 53,43	10,67 9,16	-	9,91 8,62
$[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$	16,32 15,76	36,15 35,62	7,03 6,84	17,82 17,94	6,53 5,87

Для идентификации и характеристики соединения были определены растворимость комплекса $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ в органических растворителях и в воде, рассчитаныудельная масса кристаллов, молекулярные и удельные объемы, определены температуры плавления (табл.3).

Таблица 3

Физико-химические константы L-изолейцина и комплексные соединения цинка с изолейцином

Соединение	Молекул.масса, г/моль	Удельный вес. г/см³	Молекул.объем см³/моль	Удельный объем см³/г	tпл ⁰C	Растворимость в органических растворителях, %			
						CCl_4	Бензол	Гексан	Бутанол-1
L- изо-$C_6H_{13}NO_2$	131,06	1,1360	115,37	0,880	284	M.p.	H.p.	M.p.	M.p.
$[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$	398,41	1,4946	266,57	0,669	205	P.	H.p.	P.	H.p.

Изучения порошковых проб изолейцина и комплексного соединения $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ методами дифференциально-термического (DTA) и термогравиметрического (DTG) анализов выполнены на дериватографе q-1000d [4].

Производство анализа осуществлялось в воздушной среде, в диапазоне температур от 20 до 1000°C. Режим нагрева печи – линейный (dT/dt = 10 $\frac{град}{мин}$), эталонное вещество – прокаленный Al_2O_3. Для однозначности, условий съемок навеска L-изо-$C_6H_{13}NO_2$ составляла строго – 100 мг, при чувствительности весов – 100мг. Съемка анализа осуществлялась в пределах измерительных систем прибора: DTA = 250 μV, DTG = 500 μV, TG= 100 μV, T = 500 μV.

Изолейцин при динамическом нагревании разлагается в пределах ~50-380°C. В интервале этих температур система теряет свыше 98% веса, из них 95,75% массы удаляется в промежутке 170-380°C (табл.4).

Таблица 4

Термогравиметрические данные деструкции изолейцина в пределах 20-1000°C

Потери веса	Количество в %	Температуры разложения, ⁰C
Δm_1	95,75	130-290
Δm_2	94.75	75-215
Δm_3	4.25	215-400
$\sum \Delta m_{1000°C}$	100%	20-1000

Согласно морфологиям DTA- и DTG-кривых в этапе диссоциации (рис.2) в атмосферу устремляются частички газа, которые не успели вступить в реакцию с кислородом. Процесс разрыва связей в структуре и выброс ее элементов за пределы системы сопровождается удалением существенной части тепловой энергии испытываемого образца. DTA-кривая описывает при 160°C интенсивный эффект эндотермической направленности. О высокой энергии активации начальной стадии разложения изолейцина свидетельствует глубокий пик на DTG-кривой, характеризующая изменение скорости развития реакции.

Пики кривых в пределах 190-330°C связанны с взаимодействиями части углерода с атмосферным кислородом. Формирование молекулы CO_2 протекает совместно с генерацией тепла и характеризуется в DTA-кривых высоким пиком экзотермы. Вынос газа из системы регистрируются ступенью потери веса (Δm_2=3.25%) (табл.4) и небольшим нисходящими пиками при 315°C в кривых TG и DTGлиниях соответственно (рис.2).

Комплексное соединение $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ в результате нагревания до 1000°C полностью теряет вес. Главная часть массы системы (97.75%) выносится в атмосферу в виде газа при 50-550°C. Остальные 2,25% соли металлов улетучиваются в промежутке 550-1000°C.О прекращении всех химических превращений в этом отрезке температур свидетельствует прямолинейный ход диаграммных DTA-, DTG- и TG-линий исследуемого соединения (рис.3).

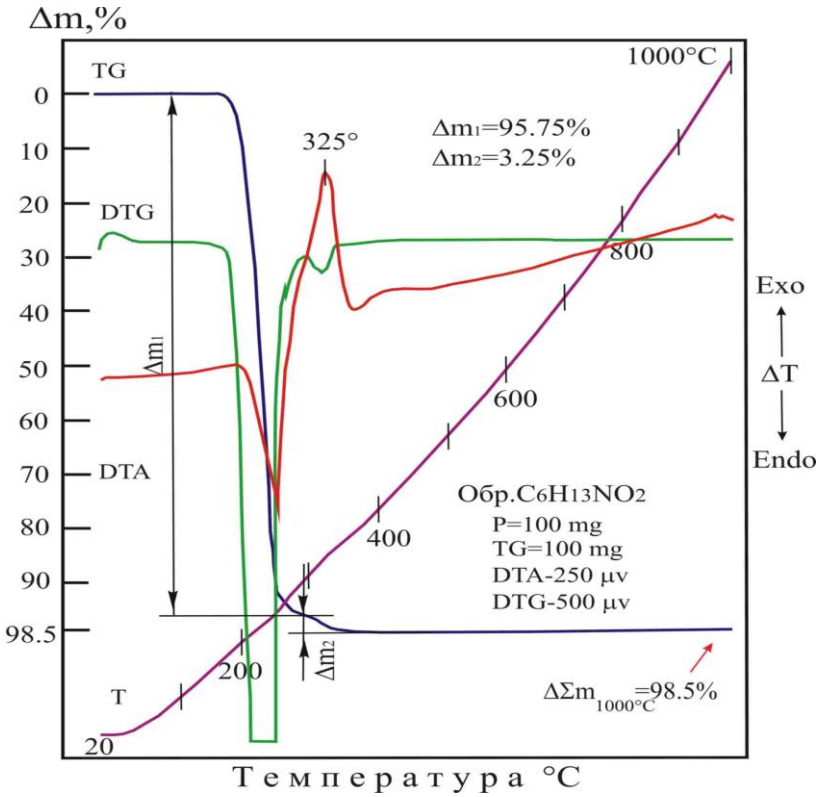


Рис. 2. Дериватограмма образования изолейцина

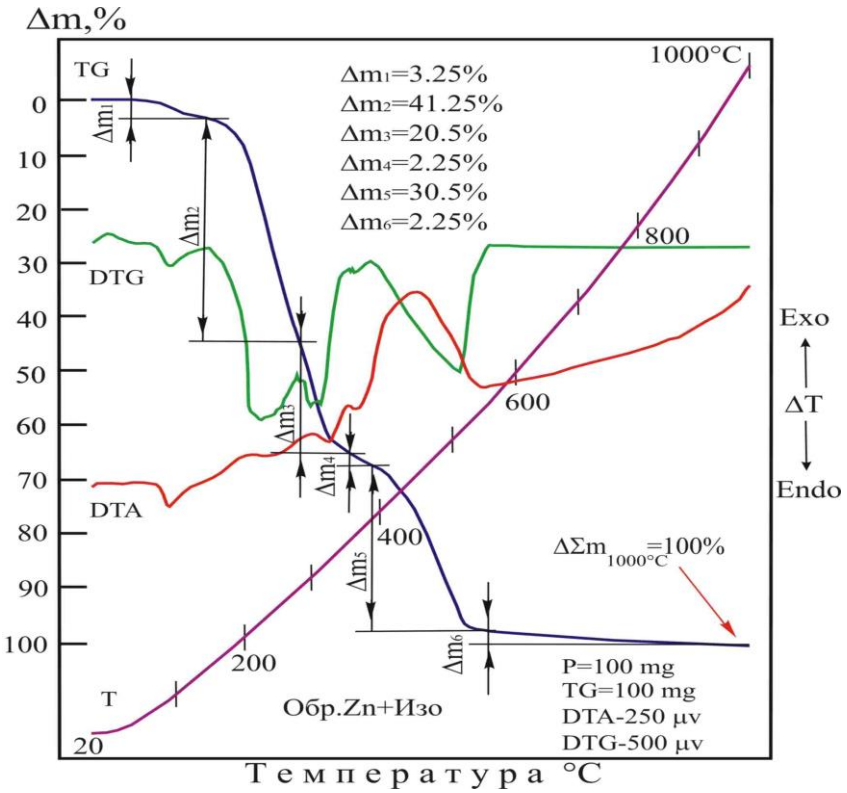


Рис. 3. Дериватограмма комплекса $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$

Потеря веса комплексного соединения на 2,25% (табл.5) в указанном высокотемпературном интервале прогрева образца, вызвана результатом диффузии раскаленных частиц продуктов обжига, а не участиемданных частиц в химических реакциях.

Таблица 5

Термогравиметрические данные деструкции комплекса $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$ в пределах 20-1000°С

Потери веса	Количество в %	Температуры разложения, ^{0}С
Δm_1	3.25	450-140
Δm_2	41.25	140-285
Δm_3	20.5	285-370
Δm_4	2.25	370-390
Δm_5	30.5	390-555
Δm_6	2.25	555-1000
$\sum \Delta m_{1000°C}$	100%	20-1000

Таким образом изотермическим методом растворимости при 25^{0}С изучено взаимодействие изолейцина с хлоридом цинка. Установлено образование и определены концентрационные пределы выделения из насыщенных равновесных растворов комплексного соединения $[Zn(C_6H_{13}NO_2)_2Cl_2]$.

Список литературы

1. М. Кебец, А.П. Кебец. Биологически активные вещества //Учебное пособие. - Кострома, 2002. - 43 с.
2. Кебец, А.П. Закономерности комплексообразования биометаллов с витаминами и аминокислотами / А.П. Кебец, Н.М. Кебец, А.В. Свиридов // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. - 2003. - № 3. - С. 10 - 13.
3. Курманбекова К.Т. Синтез, исследование соединений железа и кобальта с L - аминокислотами. Диссер. на соискание уч.степени к.х.н. –Бишкек. 1992.
4. Берг Л.Г. Введение в термографию. –М.: Наука, 1963. -128-154с.

УДК 630.181.351

ГАЛВА 19. ПОЛИГОН АДАПТИРОВАННОГО КОМБИНИРОВАННОГО СОДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ НА ГАРИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ГОЛОУСТНАЯ ВОЗЛЕ П. СОЛНОПЕЧНЫЙ (ЮЖНОЕ ПРЕДБАЙКАЛЬЕ)

ПОЛЮШКИН ЮРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ,
кандидат биологических наук, доцент, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского
ЛЕОНТЬЕВ ДМИТРИЙ ФЕДОРОВИЧ,
доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры технологии, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского
ШЕХОВЦОВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ,
кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО РАН им. В.Б. Сочавы
ШАСТИН ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ,
кандидат технических наук, заведующий кафедрой деревообработки, Сибирская академия права, экономики и управления

Аннотация. На гари в условиях Предбайкалья представлены результаты внедренных опытных работ по лесовосстановлению. Они ориентированны преимущественно на содействие естественному лесовозобновлению. Обоснованы преимущества предлагаемой технологии. Анализировалась ландшафтная характеристика территории. Во взаимосвязи с лесовосстановлением территория оценена как местообитания отдельных видов охотничьих животных.
Ключевые слова: лесовосстановление, технология, формирование состава леса, охотничья фауна, ландшафтно-интерпретационный подход, ландшафтно-видовая концепция охотничьей таксации.

TO POLYGON ADAPTED COMBINED PROMOTE NATURAL REGENERATION ON BURNED AREAS IN THE BASIN GOLOUSTNAYA RIVER NEAR S.SOLNOPECHNUJ (SOUTHERN PREDBAIKALIA)

Polyushkin Yury Vasilyevich,
Leontiev Dmitry Fedorovich,
Shekhovtsov Aleksey Ivanovich,
Shastin Vladimir Ivanovich

Abstract. Gary in conditions of Predbaikalie presents the results of implemented experimental work on reforestation. Focused primarily on assisted natural regeneration. The advantages of proposed technology. The analyzed landscape characteristics of territory. In conjunction with the reforestation territory is assessed as habitats of individual species hunting animals.
Key words: reforestation, technology, the composition of the forests, hunting the wildlife, landscape interpretation approach, landscape and species concept of hunting inventory.

Разработку и внедрение новых лесоводственных мер, способствующих возобновлению лесов после пожаров, отличает особая актуальность. Площади пройденных огнем лесных участков измеряются в регионе сотнями тыс. га. Естественное возобновление на них оставляет желать лучшего. Тем самым такие участки на неопределенное время выпадают из хозяйственного оборота, а течению естественных природных процессов, в частности, депонированию углерода, наносится существенный вред. Лесовосстановительные работы в регионе крайне нужны. Это является насущным требованием практики, об этом следует заботиться [1, с. 4].

Особое значение имеет использование опытных территорий в процессе обучения студентов, вовлекая их в инновационный процесс во время проведения на полигоне учебных практик.

На всех этапах истории Российской Империи, СССР, Российской Федерации не соблюдался классический принцип неистощительного лесоводства – равновеликое соотношение рубок и лесовосстановления. Тому были веские причины: в XX веке – восстановление после войн, индустриализация, обеспечение древесиной лесодефицитных республик. Все это большей частью за счет концентрированных сплошнолесосечных рубок с официально узаконенной площадью в лесах III группы до 200 га. В стране тем самым воплощался принцип: «богатства России прирастают Сибирью». В XXI веке произошла коренная ломка лесного законодательства [2, с. 3, 21]. Нынешние «модернизации» лесоустройства, лесной охраны, лесосеменного и лесокультурного дела продолжили негативные процессы. Все это ради прибылей, получивших леса в аренду на длительные сроки непрофессионалов. В результате имеет место сокращение лесопокрытых площадей [3, с. 178], а значит и лесистости территории. Кроме того, как и в прошлом, уже в ближайшие десятилетия качество лесов будет снижено за счет вторичных малоценных лиственных. В нашем регионе из березы и осины. Кроме рубок этому всегда способствовало распространение пожаров. В последние десятилетия и годы они делают ситуацию критической, особенно в горах, на торфяниках и в густонаселенных районах. Рекультивация гарей – очень дорогостоящее мероприятие, а арендаторы в принципе неспособны заниматься ни профилактикой, ни борьбой с пожарами, ни, тем более, лесокультурными работами после пожаров, т.е. их восстановлением.

В этой ситуации важно найти технологии дешевого и простого, но надежного лесовосстановления коренного леса за счет адаптивного содействия естественному возобновлению. Такая «технология» придумана самим лесом, который на протяжении тысячелетий восстанавливался без преднамеренного содействия, но с участием животных, включая и человека.

Известно, что тысяча крылатых семян сосны весит всего 5 г. Семенные годы наступают через 3-4 года. Подсчитано, что семена одной сосны за 300 лет жизни при возможности их распространения и «победы» в конкуренции с травостоем могли бы восстановить лес на территории, равной по площади всем континентам планеты (при условии всхожести каждого семени). После каждой катастрофы в лесу оставались единичные деревья-обсеменители и отдельные куртины, которые обсеменяли гари. Хотя коренной лес мог сформироваться через сотни лет, после нескольких смен пород. Сознательное содействие человека способно ускорить этот процесс.

В равнинных условиях традиционно применяются технологии лесных культур с выращиванием сеянцев, саженцев в питомниках, подготовкой почвы, посадкой (либо посевом), уходами и т. д.

Если на гари остались отдельные живые деревья и куртины – содействие естественному возобновлению проводят рыхлением полос и площадок перед семенным годом, чтобы дать возможность нормально прорасти семенам. Это может сочетаться с уборкой сухостоя, валежника, созданием террас и т. д. – приемами комбинированного содействия естественному возобновлению.

Упомянутые приемы и технологии связаны с большими расходами не только на посев, посадку на больших площадях, но и со сниженной устойчивостью семян и высаженных растений.

В конце 2010 года САПЭУ (Сибирской академией экономики, права и управления) было принято решение арендовать участок гари после сплошного верхового пожара, произошедшего летом 2003 года на территории Малоголоустненского лесничества. По инициативе кафедры деревообработки был подобран участок гари площадью около 200 га к северо-западу от сгоревшего п. Солнопечный. Целью аренды было проведение образовательной и научно-исследовательской деятельности, в частности, проведение практики студентов по дисциплинам «лесоводство», «биоэнергетика» (использование малоценной древесины, в частности). Ю.В. Полюшкиным был составлен проект освоения арендуемого участка, после принятия которого составлена программа лесовосстановительных работ, которая выполнялась в 2011-2015 гг. студентами САПЭУ и ныне Иркутского ГАУ под руководством преподавателей кафедр, связанных договором о сотрудничестве ВУЗов на опытном полигоне.

Выбор площади и границы полигона осуществлялись с использованием проведенных ранее исследований сотрудников Института географии СО РАН им. В.Б. Сочавы и материалов лесоустройства 2002 г.

При выборе участка руководствовались следующим:

1) наличие рельефа со значительным перепадом высот, разной экспозицией склонов;

2) разнообразие почвенных условий, степени прогорания почв и диапазона лесорастительных условий до пожара;

3) близость к перевалу с высотой более 900 м над уровнем моря (Онотская возвышенность);

4) наличием автодороги вдоль границы полигона и близостью водотока.

Программа и цели работ на полигоне неоднократно обсуждались на конференциях и представлены в публикациях [4, с. 60; 5, с. 86; 6, с. 307-308; 7, с. 97]. На опытном полигоне осуществляется лесовосстановление гари способом создания лесовосстановительных куртин на высотках, обдуваемых ветрами разных направлений. Особенность предложенной технологии заключается в подборе посадочного материала: это не саженцы, выращенные в питомнике на «культурных» почвах и, тем более, в тепличных условиях, а «дички» с участков, обойденных верховым пожаром. На них появляются всходы, они выкапываются с почвенным комом, помещаются в бумажные стаканчики. Далее за 20-40 мин. переносятся в лотках к месту посадки, которая осуществляется под меч Колесова без строгой разметки, а по выбору менее прогоревшей почвы и слабо развитой злаковой дернины. Участок площадью 0,3-0,5 га с высаженными «дичками» огораживается с использованием сухостоя и валежника. Непосредственно после посадки 2-3-летний саженец поливается из ранцевого опрыскивателя. В случае близости молодых всходов и отпрысков березы, осины саженец сосны (ели, кедра, лиственницы) «осветляют» удалением лиственных конкурентов.

Такой подход к лесовосстановлению гарей особенно эффективен в горной тайге, где применение механизированной подготовки почвы часто невозможно из-за крутых склонов. Нельзя выполнить строгую разметку рядов, а подвоз достаточно дорого посадочного материала за сотни км из питомников – затратен. В таком случае подсыхание корневых волосков за счет обнажения корней даже при нормальной прикопке – резко снижает приживаемость и т.д.

При нормальном прижатии кома мечом Колесова бумажный пакет разрывается, а после полива размокает и не мешает расти мелким корням и корневым волоскам. Как показал опыт, приживаемость в первый год после посадки превышает 90%, в последующие годы несколько снижается за счет конкуренции со злаками и с лиственным возобновлением, а также из-за повреждения животными. Но в любом случае сохранность саженцев в последующие годы в несколько раз выше по сравнению с саженцами, привезенными из питомников. На прогоревших каменистых почвах 4-5-летние кедры из школьного питомника с хорошо развитой корневой системой в 2011 году к концу сезона вегетации дали нулевую приживаемость (табл.1). Результаты лесокультурных работ разными способами на опытном полигоне возле п. Солнопечный представлены в таблице 1.

Таблица 1

Приживаемость и сохранность саженцев сосны и кедра, а также результаты посева на опытном полигоне в гари 2003 года возле п. Солнопечный в бассейне р. Голоустная в 2010-х гг.

Посадочный материал	Возраст посадочного материала в год посадки	Техника посадки под меч Колесова		Год посадки (посева)	Приживаемость в год посадки	Сохранность через год и более после посадки
		С «комом» в бумажном стаканчике	С обнаженной корневой системой			
Сосна сибирская кедровая со школьного питомника в с. М. Голоустное	4-6 лет	-	400 шт.	2011	0,0%	0,0%
Сосна обыкновенная с питомника в Мегете	1-2 года	800 шт.	-	2011	96,0%	90,0%
Дички сосны обыкновенной местные	1-3 года	1000 шт.	-	2012	95,0%	85,0%
Дички сосны обыкновенной местные	1-3 года	800 шт.	-	2013	90,0%	80,0%
Посев семян сосны обыкновенной лесничеством после рубильной машины (канадская технология)	Семена приобретенные на лесосеменной станции	-	-	2013	0,0%	0,0% полное отсутствие всходов на сухой щепе
Дички сосны обыкновенной, местные	2-4 года	В сухую погоду с недостаточным поливом	-	2014	20,0%	0,02% (усохшие кроны)
Дички сосны обыкновенной, местные	1-3 года	400 шт.	-	2015	92,0% (ожоги солнцем)	82,0% (объедены скотом)

Как видно из данных табл. 1 несомненную перспективу имеет ранее предложенная технология [5, с. 86], другие оказались несостоятельными.

На пирогенную сукцессию оказывается влияние дикими животными. Поэтому, на полигоне и смежной территории изучались условия обитания охотничьих животных. Некоторые из них априори могут оказывать воздействие на лесовозобновление. Ландшафтные выделы [8, карта ландшафтов, приложение] с учетом целевого назначения были интерпретированы [9, с. 11, 14] как среда обитания хозяйственно значимых охотничьих животных и арена охотхозяйственной деятельности.

Притом на основе ландшафтно-видовой концепции охотничьей таксации [10. с. 28, 29] и в продолжении применения ландшафтно-видового подхода [11, с. 35, 57], выделенные по чувствительности к антропогенному воздействию, ландшафты могут быть оценены следующим образом (табл. 2).

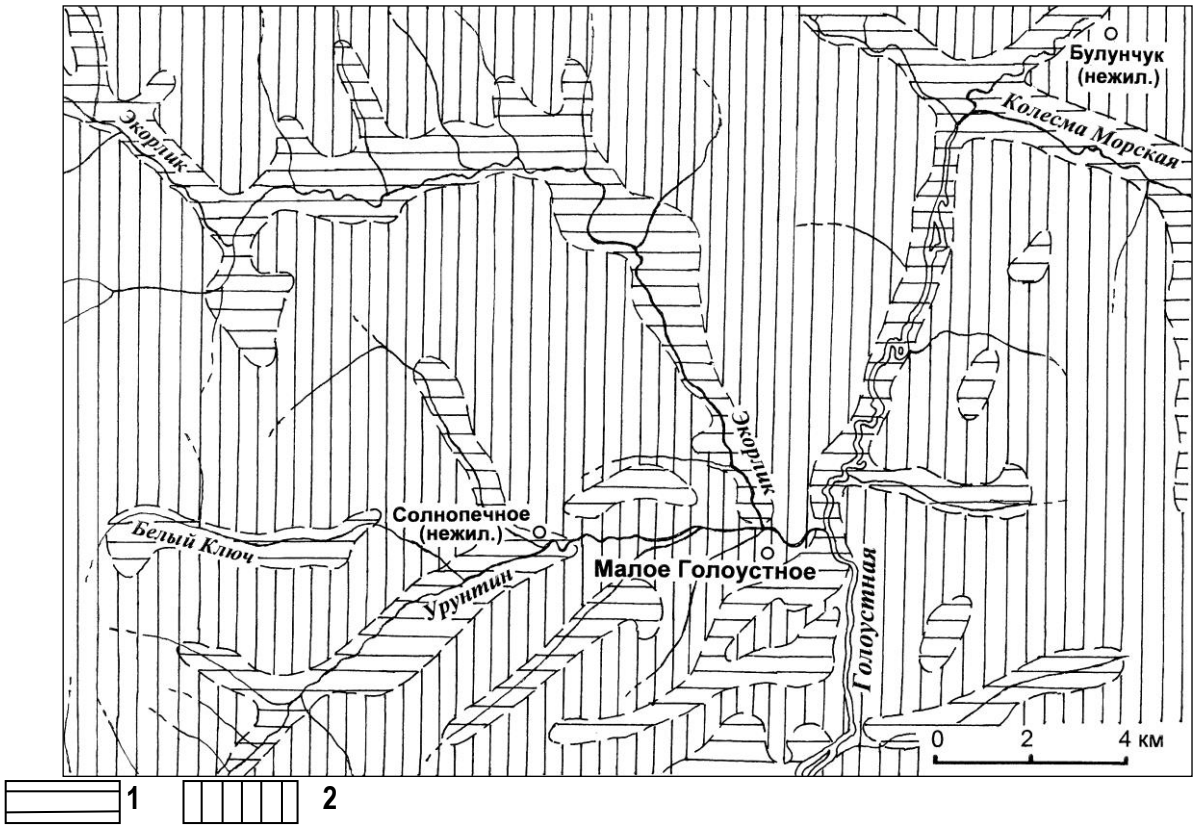
Судя по данным табл. 2, несвойственных угодий на анализируемой территории практически нет. За исключением крутых склонов для такого вида как лось.

На примере соболя и косули, такая интерпретация ландшафтных выделов представлена на рис. 1 и 2. Как видно, оптимальные местообитания косули представлены преимущественно в долине р. Голоустной и ее притоков, соболя – наоборот. Это позволяет предполагать, что, по крайней мере, косуля не будет оказывать значимое воздействие на процесс лесовосстановления гари.

Таблица 2

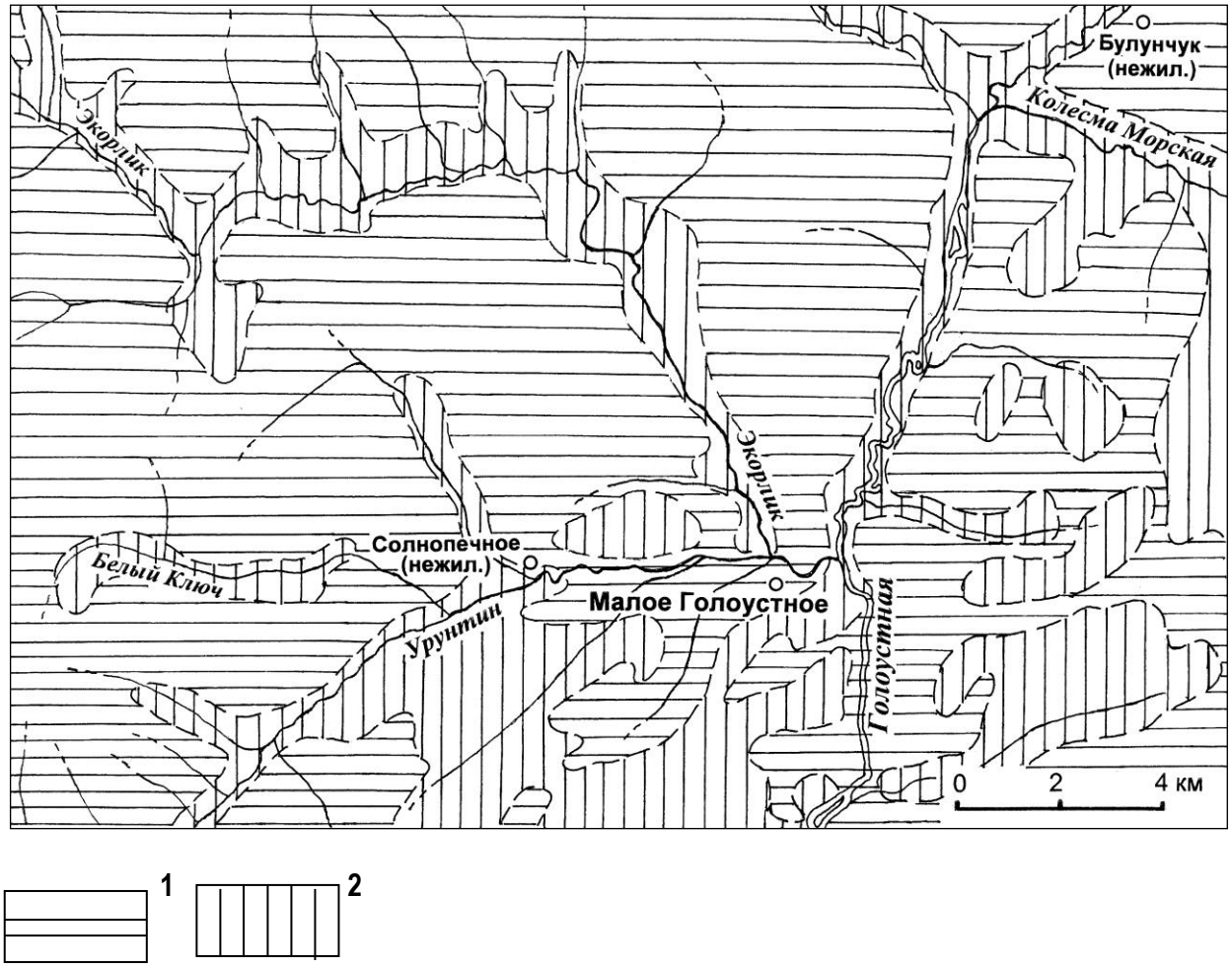
Интерпретация ландшафтов как среды обитания охотничьих животных на опытном полигоне и смежной территории

Ландшафты [8, карта ландшафтов, приложение]	Оценка среды обитания		
	Оптимальные местообитания	Субоптимальные местообитания	Несвойственные угодья
Высокочувствительные на очень крутых склонах	Кабарга	косуля, изюбрь, соболь, белка, лисица, рябчик, глухарь	Лось
Высокочувствительные на крутых склонах, долинах и поймах	косуля, изюбрь, кабарга, колонок, лисица, белка	лось, соболь, рябчик, глухарь	-
Среднечувствительные на умеренно крутых и крутопокатых склонах	соболь, белка, лось, изюбрь	лисица, косуля, кабарга, колонок, рябчик, глухарь	-
Низкочувствительные на выровненных вершинных поверхностях и пологопокатых склонах	соболь, белка, лось, изюбрь	косуля, лисица, кабарга, колонок, рябчик, глухарь	-
Среднечувствительные антропогенно-нарушенные	лисица, колонок	косуля, изюбрь, соболь, белка, лось, кабарга, рябчик, глухарь	



1 – оптимальные местообитания; 2 – субоптимальные местообитания

Рис. 1. Фрагмент картосхемы с ландшафтно-видовой оценкой местообитаний косули на основе [8, карта ландшафтов, приложение].



1 – оптимальные местообитания; 2 – субоптимальные местообитания.

Рис. 2. Фрагмент картосхемы с ландшафтно-видовой оценкой местообитаний соболя на основе [8, карта ландшафтов, приложение].

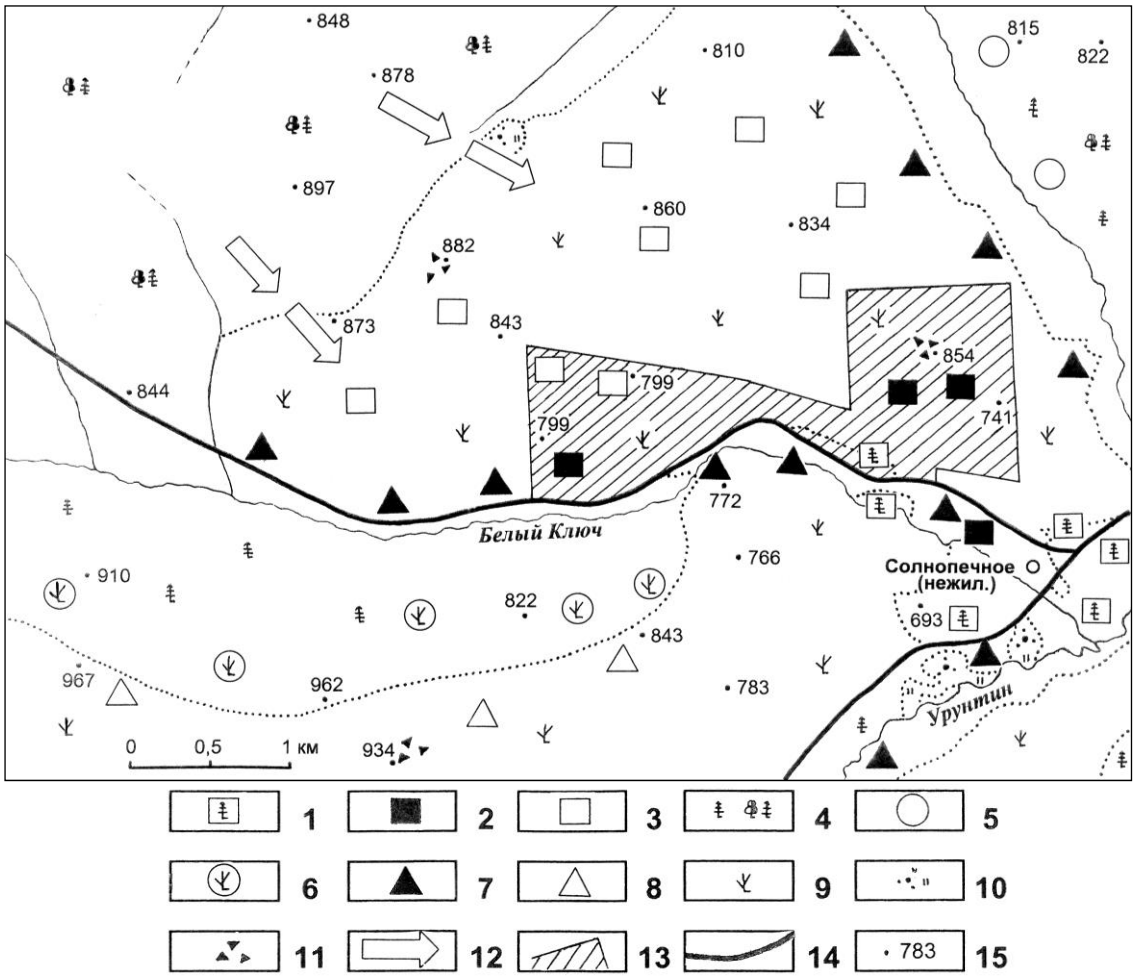
Соболь, как промысловый вид, на процесс лесовосстановления может оказывать лишь положительное влияние через сокращение численности мелких млекопитающих (преимущественно полевок), которые поедают семена и могут обгрызать всходы. С этой точки зрения, то, что опытный участок (полигон) располагается на территории с оптимальными местообитаниями этого вида может лишь способствовать нормальному течению сукцессии. И есть вполне обоснованная надежда, что если эта территория не прогорит в очередной раз, то лесная среда на ней восстановится. Со временем даже с участием в составе темнохвойных видов древесных растений.

По боровой дичи выделить на основе такого деления территории наилучшие местообитания не представилось возможным. Местообитания основной боровой дичи (рябчик, глухарь) могут быть оценены на территории как субоптимальные во всех представленных ландшафтах.

В зону оптимальных местообитаний соболя и белки в одни контуры могут быть объеденены «среднечувствительные на умеренно крутых и крутопокатых склонах» и «низкочувствительные на выровненных вершинных поверхностях и пологопокатых склонах». Аналогично для лося и изюбря.

В территорию с субоптимальными местообитаниями лисицы, косули кабарги и колонка могут быть объединены выделы «среднечувствительные на умеренно крутых и крутопокатых склонах» и «низкочувствительные на выровненных вершинных поверхностях и пологопокатых склонах».

Отсюда, при оценке местообитаний возможны их агрегации по отмеченным видам животных.



1 – естественные лесовосстановительные куртины или отдельные семенные деревья на участках, обойденных верховым пожаром 2003 г.; 2 – созданные в 2011–2015 гг. лесосеменные куртины; 3 – намечаемые для создания места лесосеменных (искусственных) куртин; 4 – восстановленные леса после пожаров многолетней давности; 5 – площади частичного содействия естественному возобновлению; 6 – территории с неполным выгоранием спелого древостоя, способные к самовозобновлению коренными породами; 7 – придолинные зоны повышенных почвенно-гидрологических условий и наибольшей концентрации опадающих семян с вышерасположенных деревьев-обсеменителей; 8 – труднодоступные и малопригодные для проведения мер содействия естественному возобновлению древостоя с прогнозируемой сменой пород; 9 – гари после сплошного верхового пожара 2003 г.; 10 – моховые болота; 11 – голые каменистые вершины; 12 – направления преобладающих ветров и переноса осадков; 13 – научно-исследовательский геодезический полигон САПЭУ- Иркутского ГАУ; 14 – улучшенная грунтовая дорога; 15 – отметки высот.

Рис. 3. Пространственное распределение лесовосстановительных куртин на площадях с древостоями, поврежденными пожарами разных лет и различной интенсивности

В качестве оптимальных местообитаний лисицы и колонка интерпретированы лишь «среднечувствительные антропогенно-нарушенные» ландшафты.

Судя по выделенным биотопам [8, карта биотопов, приложение], наиболее полно на рассматриваемой территории представлены «светлохвойные и мелколиственные обычно средне- и низкозначимые биотопы среднегорного пояса, имеющие подрост кедра (потенциальные кедровники)», а также «преимущественно низкозначимые мелколиственные и светлохвойные, обычно молодые биотопы низ-

когорного пояса, захламленные в результате рубок, пожаров и ветровалов». Для копытных зверей особо значимы на территории «сложные комплексы лесных, лесокустарниковых, луговых биотопов с зарастающими вырубками». Для косули неоценимо значимы «биотопы лугов в долине р. Голоустной». Для соболя чрезвычайно важны «высокозначимые горнотаежные коренные темнохвойные преимущественно кедровые, в том числе молодые».

Следует отметить, что в условиях УООХ «Голоустное» охотничьи животные (даже лось) как и сами охотники не оказывают сильного воздействия на ландшафты. Поэтому, говоря о реакции ландшафтов на антропогенное воздействие, следует иметь в виду прежде всего промышленные рубки лесов, которыми бассейн р. Голоустная пройден почти весь.

На рис. 3, кроме другой информации, указаны создаваемые и проектируемые искусственные куртины для содействия естественному возобновлению. Условия рельефа, то есть превышения по высоте создаваемых куртин, будут способствовать более широкому распространению семян вниз по склону, в несколько раз превышающему разлет семян на равнине.

Таким образом выполненные на опытном полигоне работы по лесовосстановлению при их продолжении дают возможность надеяться на качественное восстановление леса на гари.

Список литературы

1. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в лесном фонде на территории бассейна озера Байкал. Пушкино, 2002. –64 с.
2. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Проспект, Кно-Л50 Рус, 2012. – 64 с.
3. Леонтьев Д.Ф. Изменение возрастной структуры лесов как фактор воздействия на среду обитания охотничьих млекопитающих Иркутской области// Научные исследования в сфере технических и естественных наук: междисциплинарный подход и генезис знаний. [Авакян И.Б., Бабушкин И.Ю., Безроднова Е.И. и др.] Под. ред. Артемьевой Н.К., Шогеновой Ю.М. –Самара: ОФОРТ, 2016. –С. 167-179.
4. Полюшкин Ю.В., Шеховцов А.И. Методические подходы к составлению карты антропогенной трансформации экохор Байкала и его горного обрамления// Методология оценки состояния экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2000. –С. 56-74.
5. Полюшкин Ю.В. Восстановление гарей в условиях Восточной Сибири. Лесопользование в послепожарных древостоях, их реабилитация. Материалы научно-практических конф. Иркутск, 2011. С. 85-87.
6. Шеховцев А.И., Полюшкин Ю.В. Пожароопасность, вырубки лесов и восстановление лесных ландшафтов в Прибайкалье. Экологический риск/ Мат-лы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. 361 с. С. 307-308
7. Полюшкин Ю.В., Шастин В.И. Проект освоения арендованного участка (декларация о научно-исследовательской деятельности)// Лесопользование в послепожарных древостоях, их реабилитация. – Иркутск: САПЭУ, 2011. –С. 92-97.
8. Антипов А.Н., Кравченко В.В., Коппенштадт А. и др. Экологически ориентированное землепользование в Байкальском регионе, бассейн р. Голоустная. – Иркутск-Ганновер, 1997. –234 с., с прил. 12 карт. (на русском и английском языках).
9. Бессолицына Е.П., Владимиров И.Н. Истомина Е.А., Калеп Л.Л., Кейко Т.В., Кузьменко Е.И., Кузьмин В.А., Латышева А.В., Леонтьев Д.Ф., Мясникова С.И., Пономарев Г.В., Солодянкина С.В., Трофимова И.Е.. Ландшафтно-интерпретационное картографирование. [Т.И. Коновалова и др.]; отв. ред. А.К. Черкашин. – Новосибирск: Наука, 2005. 424 с.
10. Леонтьев Д.Ф. Ландшафтно-видовой подход к оценке размещения промысловых животных юга Восточной Сибири. Автореф. дисс. на соискан. учен. степени докт. биол. наук. Красноярск, 2009. 32 с.
11. Леонтьев Д.Ф., Деловеров А.Т. Использование ландшафтно-видовой концепции охотничьей таксации при инвентаризации местообитаний промысловых млекопитающих юга Восточной Сибири. В кн. Инновационные процессы: Потенциал науки и задачи государства. Монография. Пенза, 2017. С. 34-61.

УДК 622 553.986. 479.24

ГЛАВА 20. КЛАССИФИКАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ И ХАРАКТЕРУ ИЗМЕНЧИВОСТИ ИХ СВОЙСТВ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ АЗЕРБАЙДЖАНА

ЭФЕНДИЕВА ЗАРИФА ДЖАХАНГИР

Доцент, канд.техн.наук
Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности, Республика Азербайджан

Аннотация: Данная глава посвящена классификации горных пород по их физико-тех-ническим свойствам в месторождениях полезных ископаемых Азербайджана и характеру изменчивости их свойств по месторождениям полезных ископаемых Азербайджана. Для классификации применен кластерный анализ. В качестве меры кластеризации принято Евклидово расстояние.

С помощью модели тренда выявлены характерные изменения свойств горных пород по месторождениям полезных ископаемых. Созданная Шухарт- ская контрольная карта позволяет районировать месторождения по степени прочности, пористости и другим физико-техническим параметрам горных пород, что позволяет обеспечить долговременное и безопасное ве¬дение горных работ на карьерах, рудниках и залежах.

Ключевые слова: классификация горных пород, полезные ископаемые, кластер анализ, изменения свойств, контрольная карта

CLASSIFICATIONS OF ROCKS ACCORDING TO PHYSICAL-TECHNICAL PARAMETERS AND VARIABILITY NATURE OF THEIR PROPERTIES ON MINERAL RESOURCES FIELDS OF AZERBAIJAN

Afandiyeva Zarifa Jahangir

Abstract: The monograph is devoted to the classification of rocks according to their physical-technical properties and their variability nature in the mineral deposits of Azerbaijan. Cluster analysis is used for classification. Euclidean distance is accepted as a measure clustering.

Characteristic changes in the properties of the rocks on mineral deposits have been discovered by means of the trend model. The compiled control chart Shuhart allows to subdivide the deposits according to the degree of strength, porosity and other physical-technical parameters of the rocks enabling to ensure a long-term and safe management of mining operations in quarries, mines and deposits.

Keywords: classification of rocks, mineral deposits, cluster analysis, changes in the properties, control chart

Успешная реализация любого технологического процесса горного произ- водства в значительной степени зависит от наличия необходимых знаний о физико-технических свойствах горных пород, слагающих месторождения полезных ископаемых. Поэтому необходимо уделить серьезное внимание все- стороннему изучению комплекса физических свойств горных пород вмещаю- щих месторождений полезных ископаемых. Именно учет физико-технических свойств горных пород вмещающих месторождений полезных ископаемых, даст возможность рационально организовать горнорудное производство и тем самым обеспечить высокое качество конечного продукта.

Для классификация горных пород по физико-техническим параметрам в нескольких месторождениях Азербайджана, в том числе, Загликском алунито- вом, Гедабекском золоторудном месторождениях, а также в Дашсалахлинском месторождении бентонитовых глин был применен кластерный анализ и созда- на «Контрольная карта Шухарта» для наблюдения изменчивости их свойств. Ниже дается характеристика физико-технических свойств горных пород, вмещающих указанные месторождения.

20.1. АЛУНИТОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

20.1.1. Загликское алунитовое месторождение

В Азербайджане самое крупное алунитовое месторождение находится в Дашкесанском рудном районе (Загликское, Алунитдагское) и Ордубадском районе (Дуглун-Ванандское) [3,С.1-2].Загликское месторождение эксплуати- руется с 1963 г, на базе которого построены в г. Гяндже глиноземный, а в г. Сумгаите -алюминиевый заводы (САЗ).

В прошлом в нашей Республике из аулинита получали разные продукты, в том числе «глинозем», закиси сульфата, соли, чтобы удовлетворить потребнос- ти заводов по производству алюминия в Красноярске и Иркутске.

Присутствие железа, ванадиума и галлия является характерным для Заг- ликского алунитового месторождения [3,С.3].Эти металлы используются в ядерном реакторе, в ракетах и самолетах и в со- единениях различных сплавов.

Физико-технические свойства горных пород, охватывающих всю площадь Загликского место- рождения алунитов, приведены в таблице 1.1 и на основании этих данных с применением кластерного анализа [3,С.4-7] составлена таблица на рис 1.1. По физико-техническим параметрам горных пород можно сказать, что за исключением диабазового порфирита остальные породы соединяются в одной группе. Среди этих горных пород по значениям Евклидового расстояния самыми близкими являются туфы и туфопесчаники. Здесь они сгруппированы по степени сходства минерального состава и типа строения. Туфобрекчия и туффит старается присоединиться к ним на одинаковом расстоянии. Глина по расстоянию diy=2.7 присоединяется к этой группе. Итак, при разъединении этих пород Евклидово расстояние составляет diy=2.8. Порфирит диабазовый по расстоянию diy=10.5 присоединяется в этой группе и составляет один кластер.

Таблица 1.1

Физико-технические параметры пород Загликского алунитового месторождения

Название пароды	γ_0, т/м^3	γ, т/м^3	f	P, %	$\sigma_{сж}$, МПа	E·10^{-5} кгс/см^2	G·10^{-5} кгс/см^2	υ_p, км/с	υ_s, км/с	λ, Вт/К	C_m, кДж/кгс	ω_0, %
Порфирит диабазовый	2.67	2.54	7.0	3.70	70.5	5.0	2.40	4.00	2.00	4.00	1.7	0.7
Туфобрекчия	2.56	2.46	6.0	5.60	18.7	2.79	1.06	9.80	4.20	2.50	7.2	0.9
Туфопесчаник	2.38	2.25	8.0	3.60	12.6	5.40	2.80	5.42	3.48	2.40	3.5	1.2
Глина	2.72	1.96	1.5	1.95	1.5	1.40	0.87	14.7	6.40	1.70	2.0	0.3
Туффит	2.52	2.47	8.7	8.60	13.4	4.10	1.90	11.6	4.70	2.20	3.8	0.2
Известняк	2.63	2.50	2.5	2.80	7.3	4.00	2.30	10.2	2.66	1.14	6.4	13.
Туф андезитовый	3.00	2.68	9.0	1.85	8.0	7.7	3.40	3.6	2.00	2.40	3.6	0.5

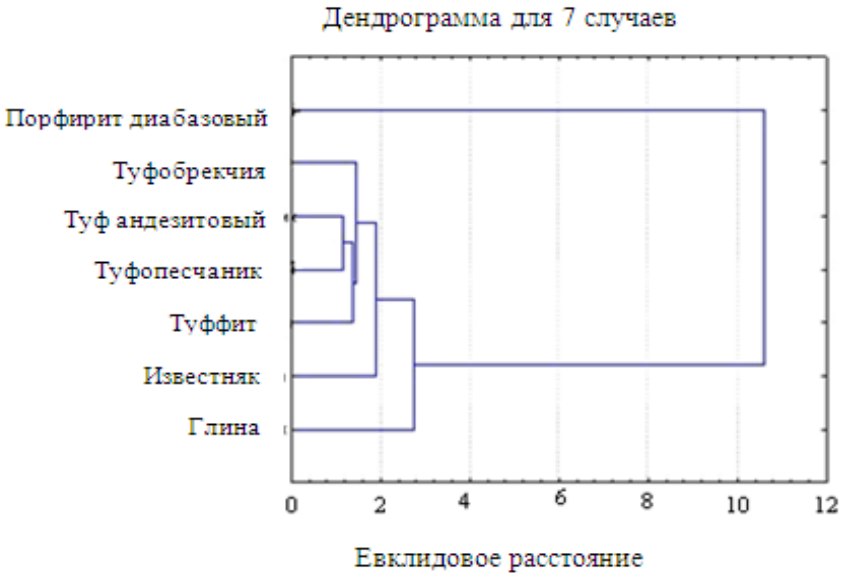


Рис.1.1 Дендрограмма горных пород Загликского алунитового месторождения

По интерпретации полученной информации можно сказать, что группировка этих горных пород по физико-техническим свойствам происходит по сходству, в основном, их минерального состава или типу строения горных пород.

20.1.2. Характер изменчивости пористых и прочностных свойств горных пород по Загликскому алунитовому месторождению

Описание фазных изменений параметров в геологических экспериментах в виде графиков, карт, профилей и др. один из наиболее распространенных методов. Сложный характер распространения геологических признаков на картах в большинстве случаев усложняет реальное описание характера измене- ния этих параметров. Для описания значения изменения этих параметров по площади используются модели, которые предложил американский ученый У. Крамбейн [5,С.8]. Степень сложности карт, представленных в автоматическом режиме, является одним из преимуществ этого метода. Поэтому изменения в полученных картах отражаются в региональном и локальном масштабах. В зависимости от фазовых координат изменение изученного признака записы- вается, следующим образом

$$y(x,y) = P(x,y) + \varepsilon(x,y) \qquad (1.1)$$

Здесь y (x,y) – функция, характеризующая изученные параметры;

Функция P(x,y) характеризует изменение изученных параметров.

Функция ε(x,y) является характеризующим компонентом изучения иссле дуемых параметров за счет местных локальных факторов.

В Загликском месторождении степень разнообразия изменчивости из-за свойств пористости и прочности горных пород изучена с помощью трендного анализа. После вычисления неизвестных коэффициентов, входящих в формулу (1.2)

$$d = \frac{\sum x_{тренд}^2 - \frac{\left(\sum x_{тренд}\right)^2}{n}}{\sum x_{набл}^2 - \frac{\left(\sum x_{набл}\right)^2}{n}} \qquad (1.2)$$

методом наименьших квадратов на основе фактических данных с помощью специальной компьютерной программы, построена карта поверхности тренда, что дает нам возможность наблюдать закономерное и случайное изменение параметров горных пород в месторождении. Это подтверждается

значениями статистических показателей (таб.2.1). Здесь были использованы значения анализов керна, взятых из 7 скважин. Чтобы выяснить изменения пористости и прочности горных пород по площади на месторождении были построены соответствующие трендовые карты (таб.1.2, рис.1.2).Отмечается увеличение пористости пород месторождения с центра к югу от 1.5÷5.5%. Но и здесь тоже отмечается увеличение пористости (8÷9.5) с севера-запада к центру (рис.1.2).

Таблица. 1.2

Распределение пористости и прочности горных пород по скважинам и статическим показателям

Номер скважины, №	Координаты		Пористость породы, P, %	Прочность породы, σ_{six}, MPa
	X	Y		
1	4.4	2.5	70.5	3.7
2	7.2	6.0	18.7	5.6
3	12.3	10.0	12.6	5.6
4	16.6	13.4	1.5	0.95
5	21.5	19.1	13.4	8.6
6	31.0	23.8	7.3	2.8
7	35.8	33.6	8.0	1.85

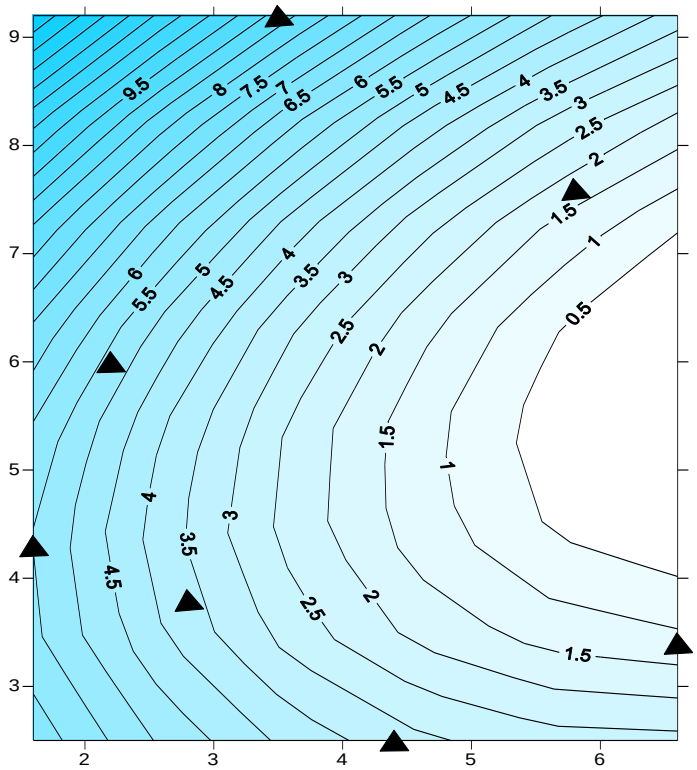


Рис. 1.2. Карта изменения пористости горных пород по Загликскому алунитовому месторождению

Составленная карта позволяет изучить районирование месторождений по степени пористости и прочности. Из составленной трендовой карты для изме- нения прочности горных пород по месторождению можно сказать, что здесь от центральной части структуры к крыльям отмечается уменьшение показателей прочности пород, а в южном направлении структуры отмечается интенсивное увеличение (40÷45) прочности горных пород (рис. .1.3).

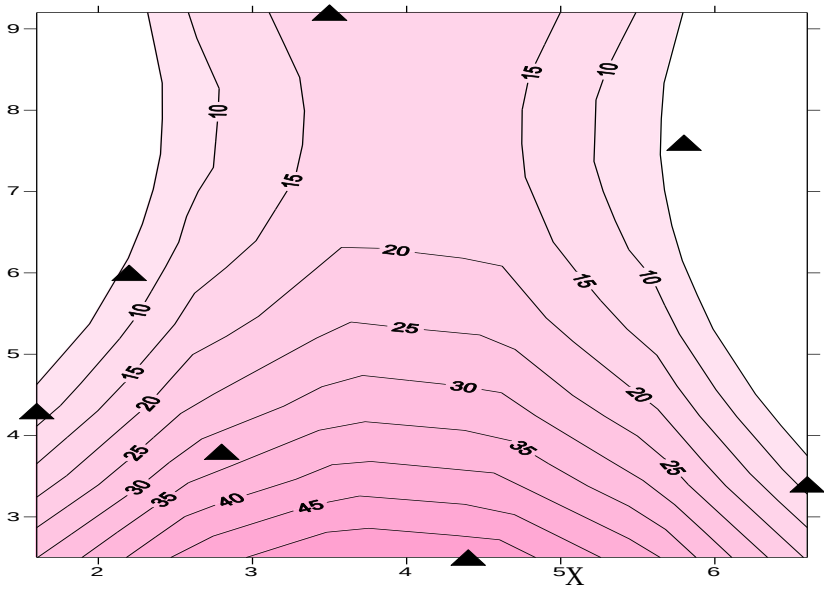


Рис.1.3. Карта изменения прочности горных пород по Загликскому аулинитовому месторождению

20.2. ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТЕРОЖДЕНИЯ

20.2.1. Гедабекское золоторудное месторождение

В Азербайджане известны Гедабекское, Човдарское, Гошинское, Гызыл- булагское, Союдлинское, Агдуздагское, Вежналинское, Шекердеринское, Пья- зибашинское, Агюртское и др. золоторудные месторождения [7,С.9-10].

Из этих месторождений Гедабекское золото-медно-колчеданное место- рождение относится к числу крупных разрабатываемых в недалеком прошлом объектов. Гедабекское месторождение эксплуатировалось с 1864г. до 1917г. Фирмой Сименс. Подземная разработка месторождения сопровождалась высо- кими потерями полезного ископаемого в зависимости от применяемых систем разработки, техники и технологии. Приведенный анализ показал, что Фирмой Сименс из рудных штоков извлечены подземным способом 44% промыш- ленных запасов [7,С.11].

С 1922 г из Федоровского штока начали добывать серный колчедан для химической промышленности Кавказа. Добыча продолжалась с перерывами, до 1936 г. В 1936 г. работы на руднике были окончательно остановлены.

В советские годы месторождение в определенный период эксплуатиро- валось методом выщелачивания меди, однако оказалось экономически мало- эффективным. В этот период получение цементной меди производилось под- земным выщелачиванием рудничными водами. Подземное выщелачивание с получением цементной меди, продолжалось трестом «Азцветмедь» до конца 1991г. Проведенные исследования показали, что в недрах Гедабекского место- рождения, разработанных в далеком прошлом подземным способом, сохра- нилось, определенное количество запасов полезных ископаемых в рудных штоках и междуштоковых пространствах и в перспективе планировалась их разработка.

С 2007 г. разработки ведутся открытым способом по настоящее время. Кроме того, повторная разработка золото-медно-колчеданного месторождения Гедабек осуществляется подземным способом предприятиями Азербайджан- ской Национально Горной Компании (АНГК) с использованием современной технологии и технических средств. [8,С.11].

В Гедабекском золоторудном месторождении, используя кластерный ана- лиз, определили степени сходства горных пород по физико-техническим параметрам. Для выяснения достоверности степени сходства были исполь- зованы десять параметров горных пород (табл.2.1).

Компьютерная реализация моделей дана на рисунке 2.1. Это дает нам возможность наглядно описать степени сходства горных пород этих место- рождений. Здесь породы по значениям многомерных параметров разделяются на две группы. В первую группу входят 8 горных пород (вулканические поро- ды, вторичные кварциты, андезито-базальт и брекчии, порфириты, кварцевые диориты, кварцевые порфиры и гранодиориты). Здесь, кроме гранодиорита, по степени сходства 7 пород сгруппированы в значении Евклидового расстояния (d_{iy}=2.6). Гранодиорит в значении (d_{iy}=3.5) присоединяется в этом кластере. Несмотря на то, что их степени сходства не велики, геологически эти породы относятся к этой группе.

Таблица 2.1.

Физико-технические параметры пород Гедабекского золоторудного месторождения

Название пароды	ρ, т/м^3	ρ_0, т/м^3	*f*	*P*, %	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_р$, МПа	*v*	*λ*, Вт/К	C_m, кДж/кгс	*ω*, %
Вулканические породы	2.40	1.98	8.0	1.0	100.0	4.6	0.32	1.50	3.20	0.6
Порфир кварцевый	2.70	2.20	7.0	1.5	50.0	5.7	0.26	1.20	0.44	0.8
Порфирит	2.60	2.52	6.5.	4.0	58.5	11.6	0.18	2.10	4.40	0.6
Диорит кварцевый	2.80	2.51	7.0	3.0	67.8	12.3	0.16	2.20	4.60	0.4
Гранодиорит	2.69	2.65	1.4	3,5	112.6	13.9	0.21	1.00	0.65	0.6
Туф	2.71	1.85	5.5	27.0	26.0	5.5	0.24	2.60	3.00	4.6
Кварциты вторичные	2.68	2.32	9.0	9.2	98.5	5.5	0.14	3.00	2.60	0.3
Брекчия	2.73	2.60	8.0	2.5	80.0	9.8	0.27	1.75	4.00	0.4
Андозито-базальт	2.72	2.64	0.9	2.9	90.0	7.9	0.20	1.50	1.80	0.5
Туфобрекчия	2.60	2.46	7.0	4.6	20.7	1.80	0.24	2.40	7.0	0.9
Плагиогранит	2.73	254	7.8	0.9	122.0	17.0	0.22	0.95	1.0	0.2

По Евклидовому значению, из этих пород, вулканические породы и вторичные кварциты сходны. Их сходство очень высокое (d_{iy}=1). Порфириты и диориты кварцевые тоже сходны, Евклидовое расстояние их составляет d_{iy}=1,9. По геологическим данным значения Евклидового расстояния (степени сход ства) самые высокие у вулканических пород и вторичных кварцитов. (d_{iy}=1). Кроме этих пород порфириты и диориты кварцевые тоже сходны, Евклидово расстояние их составляет d_{iy}=1,9. Группирование этих пород можно считать из-за сходства минерального состава и типа строения. Все эти породы по степени сходства сгруппированы в значении Евклидового расстояния (d_{iy}=2.6).

Рис.2.1. Дендрограмма горных пород Гедабекского золоторудного месторождения

Во вторую группу входят две: туф и туфобрекчия. Туф и туфобрекчия объединились на Евклидовое расстоянии (diy = 4.3). Соединение первой и вто- рой групп происходит на расстоянии (diy = 6.0). Как видно из рисунка, в модел- ях классификации плагиограниты занимают своеобразное место в матрице. Они не имеют сходства с близколежащими породами вокруг них. Отме ченное местоположение этих пород в матрице носит условный характер. Степень сходства этих пород на месторождении составляет diy=10.

Таким образом, в Гедабекском золотомедном месторождении в результате кластерного анализа по многомерным параметрам выяснили, что эти породы сгруппированы по степени их сходства, минеральному составу и типу строению.

20.2.2. ХАРАКТЕР ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОРИСТЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ГЕДАБЕКСКОМУ ЗОЛОТОРУДНОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ

Изучение пористости пород в Гедабекском золоторудном месторождении имеет большое значение. Изменение физико-технических параметров по пло- щади в месторождении изображено на трендовых картах (таб. 2.2. и рис.2.2, 2.3). Пористость пород изучена по 11 горным породам, равномерно распола- гающимся по площади. Реализация алгоритма дает следующие результаты.

На карте, построенной по значениям этих параметров, их показатели увеличиваются. С северо-запада на юго-восток отмечается увеличение порис- тости пород от 0 до 15%. Увеличение этих параметров происходило в разной интенсивности. Однако, если увеличение пористости пород на северо-западе отмечается на интервале 4-8%, то на юго-западе такое увеличение обусловлено более высокими значениями пористости проб. Итак, среднее значение пористости пород составляет более 15%.

Таблица 2.2

Распределение пористости и прочности пород по скважинам и статистическим показателям

Номер скважины, №	Координаты		Пористость породы, P, %	Прочность породы, $\sigma_{сж}$, MPa
	X	Y		
1	5.2	3.7	1.0	100
2	8.4	7.0	1.5	50.0
3	12.5	10.6	4.0	58.5
4	15.0	13.4	3.0	67.8
5	19.1	17.2	3.5	112.6
6	23.8	21.4	17.0	26.0
7	26.5	24.9	6.2	98.5
8	30.7	28.2	2.5	80.0
9	33.6	31.3	2.9	90.0
10	38.3	36.7	4.6	20.7
11	42.6	40.5	0.9	162.0

Прочность горных пород определяется анализом кернов, взятых из разных частей месторождения. Здесь были использованы математические методы и возможности трендовых анализов.

Из рис. 2.3. видно, что прочность горных пород в Гедабекском место- рождении изменяется в широком диапазоне. Прочность этих пород увеличи- вается с северо-запада на юго-запад от 50 до 150.

Следует отметить, что это увеличение носит систематический характер. Так, если много совпадений отмечается до 50, в северной части значения этих показатели изменяются в пределах 100-150.

В этом направлении последовательность пород отмечается следующим образом: кварцевые порфиры и другие, вулканические породы, гранодиориты и плагиограниты. Эти породы чередуются с увеличением устойчивости пород.

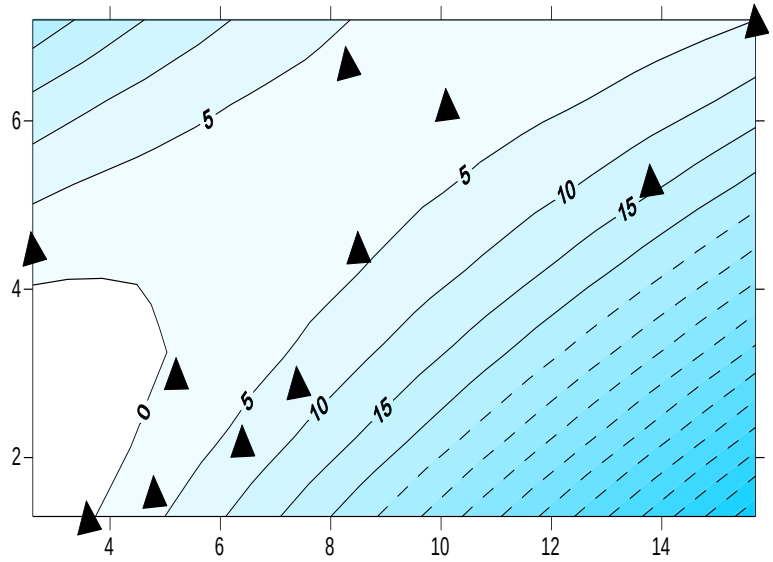


Рис.2.3. Карта изменения пористости пород по Гедабекскому золоторудному месторождению

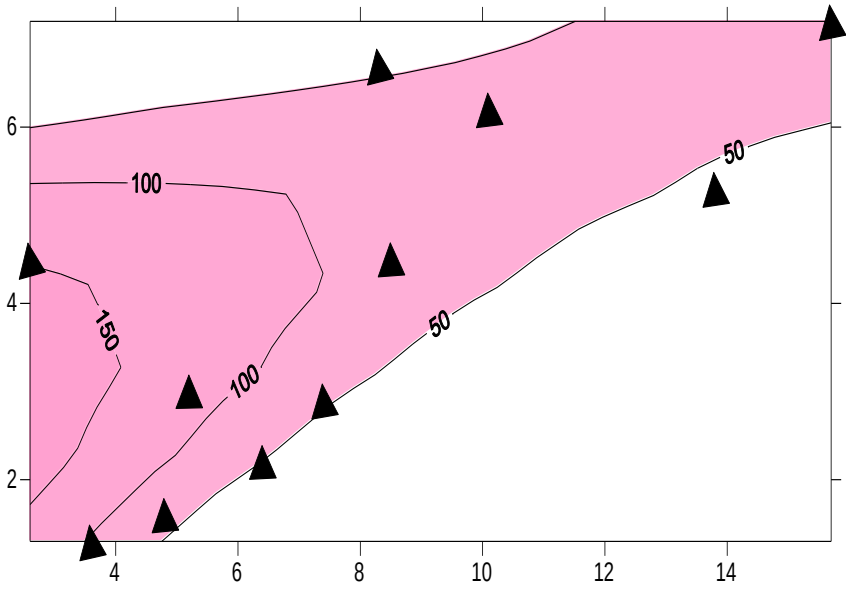


Рис.2.3. Карта изменения прочности горных пород по Гедабекскому золоторудному месторождению

20.3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

20.3.1. Дашсалахлинское месторождение бентонитовых глин

В Азербайджане самые крупные месторождения бентонитовых глин находятся в Газахском (Дашсалахлинское, Гаймахлинское) Хызинском район (Кашкуракское, Бейлерское) и др [13,С.12-13].

Бентонитовые глины получили свое название от г. Форт- Бентон (США), в районе которого они впервые были обнаружены и стали добываться в конце XIX в. В последующем интерес к бентонитовым глинам значительно возрос, и их месторождения были обнаружены во многих странах мира.

Главным минералом бентонитовых глин, является монтмориллонит, послед- ний полу¬чил название от г. Монтмориллон (Франция), вблизи которого он впервые был обнаружен. В Англии бентониты получили название «фулеровых земель» (сукновальные глины, употребляемые главным об¬разом для обез- жиривания шер¬сти).

В странах СНГ для бентонитов различных месторождений приня¬ты назва- ния, большей частью ука¬зывающие на место расположения объекта: «гумрин» от названия с. Гумбри Цхалтубского района Грузии, «оглангель» от названия пос. Огланлы в Туркменистане, «гильаби» название бен¬тонитов Азербайджана, которые использовались местным населением как отбеливающее средство.

Область применения бентонита весьма широкая. В настоящее время бенто- нитовые глины широко используются в производстве и обогащении железной руды и получении железорудного концентрата. В этом отношении они являются основным сырьем на мировом рынке.

По мере развития нефтяной промышленности Азербайджана возрос интерес к изучению геоло¬гического строения бентонитовых месторождений. В перспективы роста добычи бентонитов по годовой производительности 1÷1.5 млн. т на ближайшие 40÷50 лет планируется промышленное освоение круп¬нейшего по запасам Дашсалахлинского месторождения (разведан¬ные запасы 180 млн. т) Дашсалахлинское месторождение по качеству полезного ископаемо- го является уникальным и одним из крупней¬ших в мире [14,С.14-15].

По мере изученности и подго¬товленности к промышленному освоению вышеупомянутых перспек¬тивных месторождений и с учетом спроса мирового рынка возможно увеличение добычи и переработки бентонитов в республике в 1.5÷2.0 раза с получением различных то¬варных продуктов бентопорошка, бентоколла, гранулированного бентонита и др [16].

Для классификации горных пород Дашсалахлинского месторождения бентонитовых глин были использованы значения физико-технических пара- метров вмещающих пород (бентонитовая глина, известняк, суглинок, гравелит, туфы и лавы), которые иллюстрированы в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Физико-технические параметры горных пород Дашсалахлинского месторождения бентонитовых глин

Название пароды	ρ, т/м^3	ρ т/м^3	***f***	***P,*** **%**	$\sigma_{сж}$, мпа	$\sigma_{р}$, мпа	***v***	C_m, кДж/кгс	ω_0, %	ω, %	$к_п$, %
Бентонитовая глина	2.68	1.88	3.5	44.1	12.0	4.6	0.32	23.0	23.0	23.7	36.7
Известняк	2.60	2.30	4.0	25.6	25.6	5.6	0.20	1.20	2.6	0.75	2.6
Туф	2.71	1.85	5.5	27.8	26.0	7.5	0.26	3.00	31.0	4.6	13.5
Гравелит	2.65	1.61	4.6	42.0	24.3	9.8	0.24	0.70	32.0	9.0	4.9
Суглинок	2.71	1.67	0.9	33.5	2.8	1.3	0.28	0.50	10.0	13.5	13.3
Лава	2.86	2.08	0.4	22.1	0.8	5.6	0.31	1.05	11.0	0.24	6.9

Разработка данных месторождений завершается своеобразной группиров- кой. Здесь породы разделяются на две группы. В первую группу входят сугли- нок, лава и бентонитовые глины, во вторую группу входят гравелит и туфы. По Евклидовому расстоянию более сходные породы - это гравелит и туфы (diy<2). Суглинок и лава присоединяются по Евклидовому расстоянию (diy=2,8), а к ним присоединяются бентонитовые глины (diy=6,5). Все эти три породы имеют сходный минеральный состав (глинистые минералы) и тип строения. Соеди- нение первой и второй групп происходит по Евклидовому расстоянию diy=9.2.Сходства этих пород являются условными. Далее, известняк соединя- ется с этой группой и образует один кластер.

Таким образом, интерпретация полученных данных показывает, что все эти породы группируются во всех случаях по сходству их минерального состава и типу строения.

Рис. 3.1. Дендрограмма горных пород Дашсалахлинского месторождения бентонитовых глин

20.3.2 Характер изменчивости пористых и прочностных свойств горных пород по дашсалахлинскому месторождению бентонитовых глин

Изучение пористости этого месторождении осуществлялось с помощью модели тренда. Как видно из таблицы 4.2, значения пористости пород изменяются в интервале 22.1÷ 44.1.

Таблица 3. 2

Распределение пористости и прочности по скважинам и статическим показателям

Номер скважины №	Координаты		Пористостьпороды, P, %	Прочность породы, $\sigma_{сж}$, MPa
	X	Y		
1	3.2	2.8	44.1	12.0
2	4.1	3.8	25.6	25.6
3	5.3	4.5	27.8	26.0
4	6.6	6.0	42.0	24.3
5	8.5	7.4	33.5	2.8
6	12.0	10.0	22.1	0.8

На рисунке 3.2 дана карта районирования месторождения по степени пористости. Здесь в центральной части месторождения наблюдается, увели- чение значения пористости пород от сводовой части структуры к крыльям. В этих частях имеется в основном бентонитовая глина, пористость которой составляет P > 44% .

В Дашсалахлинском месторождении бентонитовых глин прочность вмеща- ющих пород изменяется от крыльев структуры к центральной части в пределах 0.8. ÷26.0. Но указанные изменения в крыльях месторождения носят сложный характер.

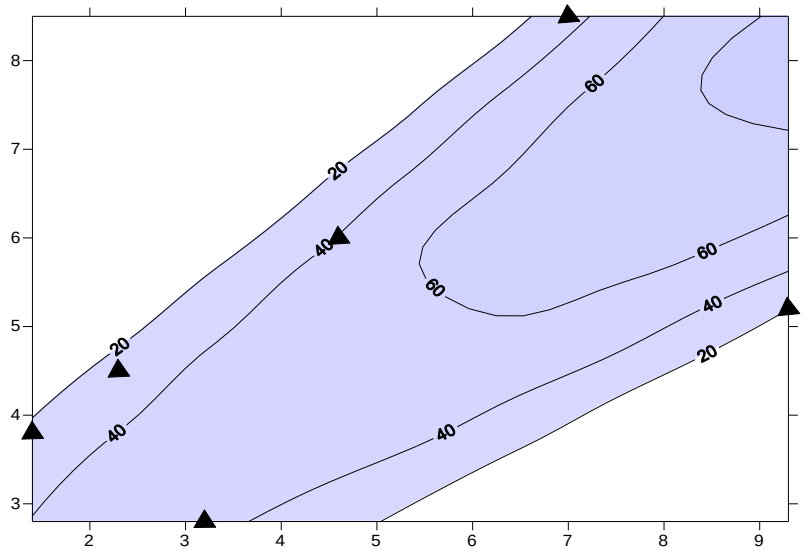


Рис. 3.2. Карта изменения пористости по Дашсалахлинскому месторождению бентонитовых глин

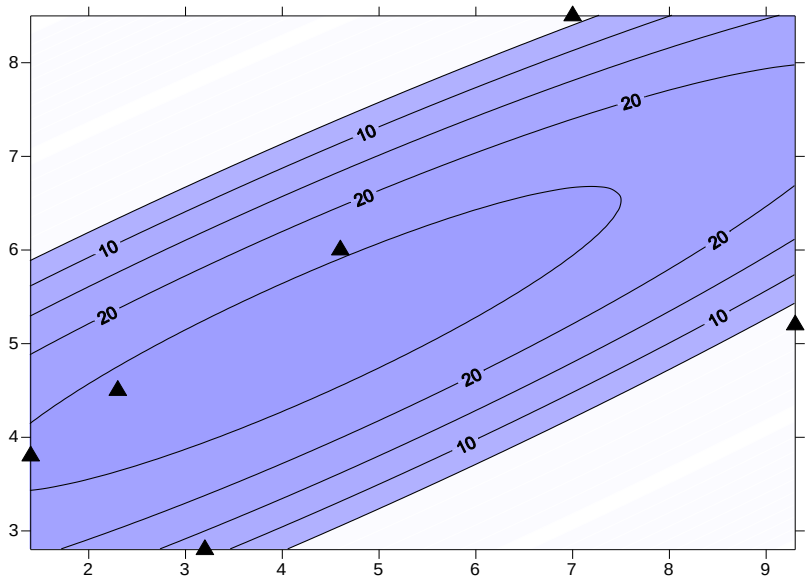


Рис. 3.3. Карта изменения прочности горных пород по Дашсалахлинскому месторождению бентонитовых глин

Анализ интерпретации данных из этих 3 месторождений показывает, что здесь все породы группируются по степени сходства минерального состава и или по типу строения горных пород. Поэтому классификацию горных пород месторождений полезных ископаемых по физическим свойствам можно считать основной. Созданная контрольная карта для наблюдения изменчивости свойств горных пород по месторождениям позволяет районировать полезную террито- рию по степени прочности и использование которых, обеспечивает в безопас- ном ведении горных работ в данном месторождении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ интерпретации полученных результатов классификации горных пород по физико-техническим параметрам на Загликском алунитовом, Гедабекском золоторудном месторождениях и Дашсалахлинском месторож- дении бентонитовых глин позволяет нам сделать следующие выводы:

1) Эти горные породы объединены в группы в соответствии сходства их минерального состава

и типу строения.

2) Классификация горных пород по физико-техническим свойствам

на месторождениях дает нам возможность получить важные результаты, которые в свою очередь обеспечивают эффективное ведение горнорудного производства.

3) Созданная контрольная карта для наблюдения изменчивости свойств горных пород по месторождениям позволяет районировать месторождения по степени прочности и пористости, которые позволяют эффективную разра- ботку месторождений полезных ископаемых.

Список литературы

1. Геология Азербайджана том VI «Полезные ископаемые» Нафта Пресс. Баку: -2003. -576с.
2. Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана, Озан, Баку:- 2005. -807 с.
3. Кашкай М.А. и Бабаев И.А.Алуниты Азербайджана.«Элм, Баку: -1976. -144с.
4. Гитис Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. Горная книга, М: -2003.-157 с.
5. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. Пер.с англ. В 2кн /Пер.В.А.Голубовой, Под.ред. Д.А.Радионова. Недра. М: -1990. - 427 с.
6. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. Статистика. Статистика, М: -1977. -128с.
7. Afandiyeva Z.J.Using cluster analysis for the classifycationic mineral deposits in Azerbaijan. XIII International Conference on European Science and Technology, Munich, Germany: -2016. – p.54-59
8. Крамбейн У., Грейбил Ф. Статистические методы в геологии. М:Мир, -1969. -398 с.
9. Баба-заде В.М., Мусаев Ш.Д., Насибов Т.Н. Золото Азербайджана. «АНХ» Баку:- 2003. - 423 с.
10. Нагиев В.Н. Рудные месторождения Азербайджанской Республики. «Элм». Баку: -2007.- 596 с.
11. Эфендиева З.Дж, Османов М.Б. Повторная разработка Кедабекского золото медно-колчеданного месторождения открытым способом. Горный журнал № 4. Москва:. 2012 с. 36-37
12. Дунямалиев Ф.А., Мухтаров Г.Г., Ширинов Ю.Р. Основные производства бентонитов Азербайджана. «Адильоглы», Баку: - 2004. - 377 с.
13. Мамедов М.М., Мухтаров Г.Г., Ширинов Ю.Р. Кедабек. «Насир» Баку: -2005. -230 с.
14. Эфендиева З.Дж. Бентониты Азербайджана. Горный журнал .№ 10. Москва: -2007. - с. 90-92.
15. Afandiyeva Z.J. Studying physical and chemical properties of bentonitic clays deposits of Azerbaijan and the basic areas of their application. International conference "Clays, clay minerals and layered materials». Moscow, materials». Moscow: -2009, -p.80 -81

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абсалямов Ильнур Салауатович – старший преподаватель ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Ахметова Эльвина Равиловна – магистрант ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Баташев Сергей Александрович – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-производственного центра «Химреактивдиагностика» ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»

Беззубцева Марина Михайловна – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Биндус Валерий Александрович – старший преподаватель ФГБОУ ВО МГТУ ГА Ростовский филиал

Бирюкова Ирина Владимировна – канд.техн.наук ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

Виноградская Марина Юрьевна – к.пед.н, доцент ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»

Виноградский Вадим Геннадиевич – к.пед.н, доцент ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»

Волков Владимир Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Воронин Виктор Иванович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией биоиндикации экосистем ФГБУН Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН

Ильичева Инна Леонидовна – кандидат филологических наук, доцент, Учреждение образазования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», факультет иностранных языков, кафедрва английской филологии

Калицев Давид Маирбекович – магистрант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Качанов Игорь Васильевич – к.м.н, доцент ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

Ковалева Елена Николаевна – к.т.н., доцент ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет инженерных технологий"

Конкин Борис Борисович – кандидат физико-математических наук,доцент, доцент ФГБОУ ВО МГТУ ГА Ростовский филиал

Коробкин Сергей Витальевич – преподаватель ФГБОУ ВО МГТУ ГА Ростовский филиал

Кряжева Елена Вячеславовна – к.психол.н, доцент ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»

Кузнецов Игорь Анатольевич – к.м.н., профессор ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

Леонтьев Дмитрий Федорович – д.б.н., доцент, профессор, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского

Магомедова Зулейха Магомедовна – к.п.н., профессор ФГБОУ ВО "Дагестанский государственный педагогический университет"

Овчаров Петр Николаевич – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО МГТУ ГА Ростовский филиал

Омурзакова Гулнара Гуламовна – старший преподаватель, Ошский государственный университет, Медицинский факультет кафедра Естественно-научных дисциплин

Полюшкин Юрий Васильевич – к.б.н., доцент, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского

Потиевская Вера Исааковна – д.м.н., главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава России

Путилин Сергей Анатольевич – к.т.н, доцент, доцент ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет

Севостьянова Надежда Тенгизовна – кандидат химических наук, доцент, руководитель научно-производственного центра «Химреактивдиагностика» ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»

Семенов Александр Евгеньевич – к.т.н, доцент, доцент ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет

Ступаков Валерий Яковлевич – кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО МГТУ ГА Ростовский филиал

Хотько Наталья Александровна – старший преподаватель, Учреждение образазования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», факультет иностранных языков, кафедрва английской филологии

Худойбердиев Фазлидин Исроилович – старший преподаватель, Навоийский государственный горный институт

Шастин Владимир Иванович – к.т.н., доцент, зав. кафедрой, Сибирская академия права, экономики и управления

Швецов Сергей Георгиевич – кандидат биологичемких наук, доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет

Шеховцов Алексей Иванович – к.г.н., с.н.с., Институт географии СО РАН им. В.Б. Сочавы

Шигуров Виктор Васильевич – доктор филоогических наук, профессор, заведующий кафедрой русского языка, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева

Шигурова Татьяна Алексеевна – доктор культурологии, доцент, профессор кафедры культурологии и библиотечно-информационных ресурсов, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева

Эфендиева Зарифа Джахангир – канд. техн. наук. доцент, Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности (АГУНП), Республика Азербайджан

Авторский коллектив

Абсалямов И.С., Ахметова Э.Р., Баташев С.А., Беззубцева М.М., Биндус В.А., Бирюкова И.В., Виноградская М.Ю., Виноградский В.Г., Волков В.С., Воронин В.И., Ильичева И.Л., Калицев Д.М., Качанов И.В., Ковалева Е.Н., Конкин Б.Б., Коробкин С.В., Кряжева Е.В., Кузнецов И.А., Леонтьев Д.Ф., Магомедова З.М., Овчаров П.Н., Омурзакова Г.Г., Полюшкин Ю.В., Потиевская В.И., Путилин С.А., Севостьянова Н.Т., Семенов А.Е., Ступаков В.Я., Хотько Н.А., Худойбердиев Ф.И., Шастин В.И., Швецов С.Г., Шеховцов А.И., Шигуров В.В., Шигурова Т.А., Эфендиева З.Д.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ: ПОТЕНЦИАЛ НАУКИ И СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Монография
Под общей редакцией
кандидата экономических наук Г. Ю. Гуляева
Подписано в печать 31.10.2017.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 17,7
Тираж 500 экз.

МЦНС «Наука и Просвещение»
440062, г. Пенза, Проспект Строителей д. 88, оф. 10
mon@naukaip.ru

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в Международных научно-практических конференциях

Дата	Название конференции	Оргвзнос	Шифр
5 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XIII Международная научно-практическая конференция НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: СОХРАНЯЯ ПРОШЛОЕ, СОЗДАЁМ БУДУЩЕЕ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-246**
5 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XI Международная научно-практическая конференция АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРАВА, ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-247**
7 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XIII International scientific conference EUROPEAN RESEARCH**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-248**
10 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**V Международная научно-практическая конференция ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-249**
12 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**VII Международная научно-практическая конференция НАУКА И ИННОВАЦИИ В XXI ВЕКЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ОТКРЫТИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-250**
15 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**VII Международная научно-практическая конференция ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-251**
17 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**II International scientific conference OPEN INNOVATION**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-252**
17 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**II Международная научно-практическая конференция НАУЧНАЯ ДИСКУССИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЁЖИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-253**
20 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XII Международная научно-практическая конференция СОВРЕМЕННАЯ ЭКОНОМИКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-254**
20 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XII Международная научно-практическая конференция СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-255**
20 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**IV Международная научно-практическая конференция СОВРЕМЕННАЯ ЮРИСПРУДЕНЦИЯ:АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-256**
23 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XII Международная научно-практическая конференция СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-257**
25 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**XVI International scientific conference WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-258**
27 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**III Международная научно-практическая конференция УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-259**
30 декабря РИНЦ Elibrary.ru	**IX Международная научно-практическая конференция ПРОРЫВНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ПРОБЛЕМЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ**	**90 руб. за 1 стр.**	**МК-260**

www.naukaip.ru