

Химия и охрана окружающей среды

Н.М. Путинцев¹, С.Р. Деркач¹, И.Н. Коновалова¹, В.Н. Шибанов¹,
И.Г. Береза², Е.С. Мартемьянова³

¹ *Технологический факультет МГТУ, кафедра химии*

² *Естественно-технический факультет МГТУ, кафедра экологии
и рационального природопользования*

³ *Факультет менеджмента и экономики МГТУ, кафедра прикладной
математики и естественнонаучных дисциплин*

Аннотация. В докладе приводятся экологические аспекты основных госбюджетных и договорных исследовательских тем, ведущихся сотрудниками кафедр химии, экологии и рационального природопользования, прикладной математики и естественнонаучных дисциплин.

Abstract. In the work the ecological aspects of basic state and contract researches have been presented. The researches have been conducted by the MSTU chairs of chemistry, ecology and nature management, applied mathematics and natural sciences.

1. Введение

Химия – одна из наиболее быстроразвивающихся отраслей знаний и основа многих современных технологий производства энергоносителей, промышленного оборудования, товаров народного потребления, сельскохозяйственных удобрений, лекарств и продуктов питания. При получении и переработке минерального и органического сырья происходит интенсивное загрязнение окружающей среды. Основными переносчиками загрязнений являются вода и воздух, т.е. те элементы биосферы, без которых биологическая жизнь невозможна.

Для рационального использования природных ресурсов, устранения или сведения до минимума загрязнения окружающей среды необходимо создавать замкнутые технологические циклы. Разработка подобных циклов требует глубокой очистки водной и воздушной сред и утилизации отходов.

В настоящее время в некоторых регионах загрязнение экосистем гидросферы превышает естественную способность последних к самовосстановлению, что приводит к ощутимой деградации природных вод. Одним из основных загрязнителей экосистем гидросферы, как известно, являются промышленные сточные воды, поэтому разработка и внедрение эффективных методов очистки сточных вод является весьма актуальной и экологически важной задачей. Несмотря на то, что обеспеченность Мурманской области водными ресурсами в 2.5 раза выше российского показателя, проблема загрязненности водоемов области промышленными отходами актуальна уже в настоящее время. Водоёмы области интенсивно загрязняются промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Кольский полуостров является основным поставщиком загрязняющих веществ в Баренцево море. К наиболее загрязнённым водоёмам области относится Кольский залив. Воды залива загрязнены нефтепродуктами, максимальные концентрации которых превышают ПДК в 20-30 раз, поверхность залива местами постоянно покрыта нефтяной плёнкой. Содержание в заливе фенолов в среднем превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 5-6 раз, жировых загрязнений – в 4-5 раз, БПК – в 6-7 раз. Ежегодно в поверхностные водные объекты сбрасывается, по неполным данным, 1993.67 млн м³ сточных вод, в том числе 888.6 млн м³ – неочищенных.

По данным Госкомэкологии РФ, в водные объекты Мурманской области в 1998 г. сброшено: нефтепродуктов – 135 т, органических веществ – 8670 т, азота аммонийного – 1428.0 т, азота нитратного – 895.1 т, азота нитритного – 24.9 т и т.д. В настоящее время в Мурманской области находятся в эксплуатации 179 очистных сооружений общей мощностью 449.24 млн м³ в год. Из них только 11.7 % сооружений обеспечивают нормативную очистку сточных вод. Основные причины неэффективной работы очистных сооружений – это перегрузки по расходу сточных вод, морально устаревшее оборудование, несовершенство технологии очистки, несоответствие технологии очистки составу подаваемых сточных вод и многое другое.

В Мурманском государственном техническом университете работы, непосредственно связанные с экологией, охраной окружающей среды и безопасностью жизнедеятельности, проводятся сотрудниками кафедры экологии и рационального природопользования и кафедры химии.

0 Исследование структурных и физико-химических свойств воды

Разработка наиболее дешевых и экологически чистых способов очистки воды требует знания структурных и физических свойств чистой воды и ее растворов, а также основ физико-химических процессов, протекающих в объемной и капиллярной воде.

Исключительный интерес к воде обусловлен тем, что вода – элемент биосферы, входящий в структуры живых организмов и являющийся для них транспортным средством для снабжения питательными веществами и выведения продуктов жизнедеятельности. Интенсивное изучение воды было начато около 80 лет назад. За истекшее время накоплен громадный экспериментальный материал. Однако до настоящего времени нет единого представления о структуре воды и недостаточно изучено взаимодействие молекул воды друг с другом и с молекулами газов и солей.

Сотрудниками кафедры химии под руководством д.ф.-м.н. проф. Путинцева Н.М. дана оригинальная интерпретация процессов плавления и нагревания природной воды, рассчитана энергия взаимодействия молекул воды, функции взаимодействия воды (внутренняя энергия, свободная энергия) и термодинамические функции. Определено влияние неполярных газов и солей морской воды на ее структурные и физические свойства и разработаны таблицы растворимости их в морской воде. Полученные результаты позволяют объяснить механизмы очистки воды и сделать их более эффективными (Путинцев, 1995; Злобин и др., 1987).

3. Научно-исследовательская работа кафедр химии и экологии и рационального природопользования в области экологии

В Мурманском государственном техническом университете существует научно-исследовательская лаборатория, сотрудники которой совместно с сотрудниками кафедры химии на протяжении 15 лет по заданиям Госкомрыболовства, промышленных предприятий области занимаются разработками новых и совершенствованием существующих технологий очистки промышленных сточных вод.

Для очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий, представляющих собой сложную физико-химическую систему растворенных, коллоидных, взвешенных частиц, применяются методы механической, физико-химической и биологической очистки. Для физико-химической очистки на рыбоперерабатывающих предприятиях, как правило, используются установки напорной флотации. Однако эффективность работы напорных флотомашин зачастую не достигает проектных показателей. Так, например, на промышленной установке напорной флотации консервного завода № 2 Мурманского рыбокомбината степень извлечения белково-жировых загрязнений из сточных вод не превышала 50 %.

Применение коллоидно-химических методов способствует интенсификации процессов очистки воды флотацией и пенной сепарацией, интенсификации процессов биологической очистки. Наиболее трудноудаляемыми в случае биологической очистки являются жировые загрязнения, поскольку гидрофобизируют поверхность активного ила и затрудняют его контакт с биологически удаляемыми компонентами, содержащимися в воде. В качестве неорганических коагулянтов, как правило, используют соли железа и алюминия. Для пищевых предприятий рекомендуется использовать соли кальция (как менее токсичные).

В литературе имеются достаточно обширные сведения по очистке воды от белковых загрязнений методами коагуляции и флотации. Однако практически отсутствуют систематические исследования механизма и закономерностей взаимного влияния жировых и белковых компонентов на качество очистки воды этими методами.

Сотрудниками кафедры химии и экологии и рационального природопользования (руководители работ доцент Береза И.Г. и проф. Коновалова И.Н.) проведены систематические исследования кинетических закономерностей процессов коагуляции белок-липидных компонентов, содержащихся в сточных водах, неорганическими электролитами (хлорид кальция, сульфат алюминия, оксид кальция, карбонат кальция, гексацианоферрат калия, сульфаты алюминия и железа, жидкое стекло, тринатрийфосфат). Изучена зависимость степени извлечения белково-жировых компонентов сточных вод от величины pH, концентрации и способа внесения коагулянта. В качестве коагулянта был также опробован лигнинсодержащий препарат КБЖ и установлено, что этот препарат способствует максимально полному извлечению белково-жировых веществ из сточных вод. Лигнинсодержащий препарат КБЖ – вторичный продукт целлюлозно-бумажной промышленности. Применение в качестве коагулянта высокомолекулярного лигнинсульфонового комплекса органической природы дало возможность использовать извлеченную пенную белково-жировую массу в качестве кормовых добавок в животноводстве.

Следует отметить, что традиционно используемые неорганические коагулянты (соли алюминия и железа) и синтетические флокулянты (например, полиакриламид) имеют следующие недостатки: невозможность во многих случаях обеспечить в воде нормируемое количество остаточного алюминия или других токсичных катионов металлов; необходимость подщелачивания для осуществления гидролиза коагулянта (коагулирующим действием обладают прежде всего продукты гидролиза

последнего); значительный расход коагулянтов, в результате чего повышается коррозионная активность воды; применение синтетических флокулянтов затрудняет возможность дальнейшей утилизации жиробелковых отходов в качестве кормовых добавок.

В связи с недостатками традиционно используемых неорганических электролитов и синтетических флокулянтов нами предлагается для интенсификации очистки воды от жиробелковых компонентов использовать природные высокомолекулярные полиэлектролиты, такие как альгинат натрия и хитозан.

Результаты изучения эффективности применения этих полиэлектролитов для интенсификации флотационной очистки воды показали, что они способны обеспечить высокую степень очистки воды от жиробелковых компонентов (до 75 %) даже при небольших концентрациях полисахаридов. В настоящее время кафедрой химии совместно с ОАО "Протеин" и Гипрорыбфлотом разрабатывается электрохимическая технология производства полисахаридов из гидробионтов. Этой тематикой руководят главный специалист ОАО "Протеин" Василевский П.Б. и Коновалова И.Н. Планируются работы по использованию полисахаридов не только для решения экологических проблем, но и для интенсификации процессов глубокой переработки гидробионтов.

Сточные воды рыбообрабатывающих производств, как известно, содержат большое количество азотсодержащей органики. Традиционные методы биологической очистки приводят к образованию в очищенной сточной воде нитратных и нитритных форм азота в количествах, значительно превышающих предельно допустимые нормы. Эти формы азота, наряду с солями тяжелых металлов и хлорированными углеводородами, причисляют к наиболее вредным субстанциям неорганического происхождения, что обуславливает необходимость применения азотоизвлекающих способов очистки сточных вод. В настоящее время в лаборатории "Промэкология" разрабатывается технология и оборудование для биологической нитри-денитрификационной очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий. Метод комбинированной нитри-денитрификации позволит одновременно окислять органические загрязнения сточных вод и восстанавливать нитриты и нитраты до свободного азота.

Как уже говорилось, наибольшую экологическую опасность представляет загрязнение поверхностных водоемов нефтяными загрязнениями. Данная проблема особенно актуальна для войсковых частей и предприятий Министерства Обороны РФ, дислоцированных в районах Крайнего Севера, поскольку, с одной стороны, естественная деструкция нефтепродуктов природными биоценозами при низкой температуре крайне невелика, с другой – прибрежные воды в значительной степени загрязняются вследствие слива льяльных вод с судов, залпового поступления нефтезагрязненных талых вод, сброса сточных вод установок мазутоснабжения котельных.

В соответствии с современными экологическими требованиями, предельно допустимая концентрация (ПДК) нефтепродуктов в стоке, сбрасываемом в водоемы рыбохозяйственного назначения, не должна превышать 0.05 мг/л. Однако вплоть до настоящего времени на объектах Министерства Обороны РФ для очистки многочисленных нефтесодержащих и мазутосодержащих сточных вод в основном проектируются очистные сооружения с содержанием нефтепродуктов в очищенной воде 5 мг/л.

Повышение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод с целью получения нормативных показателей в очищенной воде (0.05 мг/л) достигалось переоборудованием 1-ой и 2-ой ступеней очистки, предусмотренных в Типовом проекте. На 1-ой ступени очистки в гравитационную нефтеловушку дополнительно вводилась аэрационная система. В качестве аэраторов использовались перфорированные резиновые трубки. Степень извлечения нефтяных загрязнений при этом составляла 60-70 %. На второй ступени очистки в фильтрах была произведена замена фильтрующего материала. Вместо керамзитового материала использовался углеродоволокнистый сорбент – бусадит. Разработан оптимальный технологический режим и выданы исходные данные для проектирования технологической схемы очистки сточных вод объектов Северного флота.

В настоящее время в рамках экономических реформ возникло большое число рыбоперерабатывающих производств малой производительности. В связи с этим возникла необходимость создания технологии полной биологической очистки сточных вод в соответствии с современными экологическими требованиями. Такая технология разработана в лаборатории "Промэкологии" МГТУ. Она представляет собой комбинацию аэрационного жириозвлечения на 1-ой ступени и полную биологическую очистку в биотенках на 2-ой ступени. На основании конструкторской документации, выполненной Гипрорыбфлотом (Санкт-Петербург), изготовлены опытные образцы очистного оборудования, которые в настоящее время проходят производственную проверку на малых предприятиях рыбообрабатывающей отрасли.

В настоящее время лаборатория "Промэкологии" занимается разработкой технологии очистки сточных вод многопрофильного рыбообрабатывающего предприятия малой мощности (до 1 т/сут готовой продукции, расход сточных вод 20-50 м³/сут). Предполагается создание малогабаритного

контейнера в нескольких вариантах: 2-х, 3-х или 4-секционный, в зависимости от видов технологических операций, осуществляемых на рыбообрабатывающем предприятии (Степанова и др., 2000).

4. Физико-химические свойства белковых систем

В течение многих лет на кафедре химии ведется научно-исследовательская работа в области коллоидной химии поверхностных явлений и поверхностно-активных веществ. С момента образования кафедры химии по 1995 г. научные исследования по этой тематике выполнялись под руководством д.х.н. проф. К.В. Зотовой. В настоящее время этими работами руководит к.х.н. доцент Деркач С.Р. В последние годы значительный интерес российских и зарубежных специалистов по коллоидной химии вызывают работы, посвященные регулированию стабилизирующих свойств биополимеров, в том числе белков, путем изменения природы их макромолекул. Широкое промышленное использование белков в качестве высокомолекулярных стабилизаторов дисперсных систем на различных этапах технологических процессов объясняет необходимость варьирования поверхностных свойств белков в зависимости от их функционального назначения. Изменение гидрофильно-гидрофобных свойств белка возможно путем физико-химической модификации его макромолекул при введении поверхностно-активных веществ (ПАВ) различной природы. При этом образуются мицеллярные ассоциаты белок-ПАВ с повышенной поверхностной активностью, что определяет их роль в поверхностных явлениях – возникновении межфазных адсорбционных слоев с набором реологических параметров, стабилизации двусторонних свободных тонких пленок и устойчивости дисперсных систем пен и эмульсий. Поэтому исследование модифицирующего действия ПАВ и свойств ассоциатов белков с ПАВ является актуальной задачей, связанной, например, с решением экологических проблем при очистке промышленных стоков пищевых производств. Так, целенаправленное образование ассоциатов белок-ПАВ, обладающих повышенной поверхностной активностью, позволяет достигать максимального извлечения белка из сточных вод, что снижает потерю ценных пищевых компонентов. Учет реологических свойств высокомолекулярных поверхностно-активных веществ на границах раздела фаз, образующих прочные структурированные межфазные слои, может быть использован при применении методов коагуляции и гетерокоагуляции, с дальнейшим использованием пенной флотации и других традиционных коллоидно-химических методов очистки воды, о которых говорилось ранее.

В плане изучения физико-химических свойств белковых систем на кафедре химии также проводятся работы, связанные с регулированием гелеобразующих свойств белка. Изменение состава, структуры, реологических и других физико-химических свойств пищевых гелей можно обеспечить путем модифицирования макромолекулы белка полисахаридами. Высококонцентрированные гели желатины широко используются в пищевой промышленности в качестве защитных оболочек при капсулировании жирорастворимых пищевых добавок. Придать оболочке капсул необходимые свойства возможно путем введения природных полисахаридов (агар-агара, альгината натрия, хитозана), обладающих модифицирующим действием. Кроме того, введение альгината натрия повышает радиорезистентность организма, способствуя выведению радионуклидов и тяжелых металлов, а хитозан улучшает липидный обмен, снижая содержание холестерина в крови (Измайлова и др., 1993; Derkach et al., 1999).

5. Метод анализа эксплуатационных масел

Сотрудниками кафедры химии совместно с кафедрой СЭУ (руководители работ проф. Коновалова И.Н. и зав. кафедрой СЭУ доцент Малышев В.С.) ведется работа по развитию комплексного и систематического метода анализа судовых эксплуатационных масел. Данные, получаемые при анализах рабочего масла, содержат обширную информацию о состоянии системы "масло-механизм". Существование взаимосвязи между условиями работы масла, свойствами исходного масла и скоростью их изменения позволяет сделать заключение о стойкости масла к старению, возможности его дальнейшего использования или необходимости замены, техническом состоянии механизма, характере его неисправности. По сравнению с другими методами, диагностика двигателя по показателям рабочего масла имеет следующие преимущества: не требуется выведение двигателя из эксплуатации, возможно обнаружение и распознавание неисправностей на ранней стадии их возникновения, установление необходимости смены масла по обоснованным критериям, что способствует экономному его расходованию. Ухудшение качества рабочего масла может быть вызвано неисправностями двигателя или естественным старением масла в исправном механизме. Такой подход предопределяет необходимость использования новых методов контроля (дополнительно к практикуемому) смазочных материалов, которые позволяют более углубленно производить оценку работоспособности масла и механизмов. Для этих целей могут использоваться современные инструментальные методы – феррография и спектральный анализ в инфракрасной области спектра (ИКС). Комплексное и систематическое исследование моторных масел с использованием методов феррографии и инфракрасной спектроскопии значительно расширяет информацию об их качестве и о состоянии присадок и самого двигателя; позволяет делать практические выводы о необходимости доливки, дополнительной

очистки или замены масла; оценить соответствие свойств масел условиям их применения в конкретных механизмах; и самое важное – диагностировать механизмы и выявлять их неисправности на ранней стадии эксплуатации, что значительно влияет на экологическую обстановку при эксплуатации двигателей (Тараненко и др., 2000).

6. Изучение физико-химических взаимодействий в системах $\text{MeSO}_4\text{-Na}_2\text{SO}_3\text{-H}_2\text{O}$

(руководитель темы профессор В.Н. Шибанов)

Проблема утилизации слабоконцентрированных по диоксиду серы (0.1-2.0) % промышленных газов до сих пор не может считаться решенной, так как все известные способы концентрирования таких газов нерентабельны либо из-за больших капитальных затрат, либо из-за образования трудноутилизируемых жидких и твердых продуктов. Поэтому в этой теме просматриваются два направления:

- синтез и исследование сульфитных комплексов переходных элементов;
- совершенствование химико-технологических процессов предприятий никель-кобальтовой подотрасли.

По первому направлению были исследованы условия получения, состав, прочность сульфитных комплексов меди и никеля. Впервые выделены из растворов двойные соли этих металлов, установлено существование ранее неизвестных сульфитных комплексов меди. Эти исследования не только открывают совершенно новые перспективы очистки сульфат-хлоридных растворов от примесей, но и представляют самостоятельный теоретический интерес для химии переходных металлов.

По второму направлению было изучено влияние низкоконцентрированных по диоксиду серы промышленных газов, сульфата натрия на фильтруемость железистых кеков. Проведенные работы позволили снизить остаточную концентрацию железа в фильтрате примерно в 10 раз, повысить концентрацию кобальта на 20 % и в 2-3 раза улучшить фильтруемость железистых кеков. Исследования по электрохимическому выщелачиванию цементной меди привели к разработке двух новых способов ее переработки (Шибанов, 1986; Шибанов, 2000).

7. Разработка методик анализа продуктов питания

В последние годы на кафедре химии проводились работы по разработке методик потенциометрического определения концентрации ионов хлора, натрия, свинца и фтора, а также кислотного числа и буферности с помощью ионоселективных электродов в растворах поваренной соли, рыбных бульонах, рыбьем жире, пресервах сельди и скумбрии, рыбной муке, икре, мягких тканях рыбы и панцире криля. Данные методики являются новыми в рыбной отрасли. Инициатор этих работ – проф. В.Г. Тараненко. Потенциометрические методики анализа отличаются простотой, высокой точностью, воспроизводимостью и экспрессностью и могут быть использованы для анализа других пищевых продуктов (молока, соков, сыра и др.).

Под руководством проф. В.Н. Шибанова разработаны методики определения методами высокоэффективной жидкостной хроматографии следов вредных для живой природы металлов в одной пробе за одно определение: ртути, кадмия, цинка, свинца, никеля в пищевых продуктах (Коновалова и др., 2000).

8. Экологическое сопровождение хозяйственной деятельности и управление природопользованием

В исследованиях, проводимых на кафедре прикладной математики и естественнонаучных дисциплин доцентом Е.С. Мартеньяновой, разрабатывается концепция управления природопользованием на примере ресурсопользования в Баренцрегионе. Показано влияние экологического фактора на благосостояние общества и развитие экономики и необходимость его учета в расширенном воспроизводстве. На примере использования минерально-сырьевых ресурсов сравниваются подходы к ресурсопользованию при государственном регулировании и рыночной экономике.

Разрушительное воздействие российской экономики на окружающую природную среду (ОПС) (в расчете на единицу производимого продукта) существенно выше, чем в технологически передовых странах. Устаревшие технологии ресурсо- и энергоемки, используют дефицитные невозобновляемые природные ресурсы и являются источником опасных для биосферы отходов. Возрастание зависимости экономического развития от состояния ОПС привело к необходимости совершенствования экономических методов управления общественным производством.

Успешное решение экологических проблем, обеспечение устойчивого экономического развития страны невозможно без структурной перестройки и экологизации экономики. Очевидно, что в этом случае осуществление принципов рационального природопользования возможно лишь в общих рамках управления общественным производством. Сложившиеся социально-экономические предпосылки свидетельствуют о том, что важнейшим фактором в развитии государства на ближайшую перспективу остается состояние

минерально-сырьевого комплекса страны. Рациональное природопользование обязывает рассматривать природные (экологические) процессы и хозяйственную деятельность человека как единую биоэкологическую систему "производство – окружающая среда". В социально-экономическом плане экологизация требует перехода от затратного принципа к природосберегающим методам хозяйствования, отказу от экстенсивного, расширенного потребления природных ресурсов. Следовательно, проблема управления общественным производством перерастает в несравнимо более сложную проблему биосферосовместимой деятельности. Это потребует целого комплекса радикальных политических, социально-экономических, законодательных и технологических мер.

Структурная перестройка экономики должна проводиться в условиях изменения законодательства в области экологизации экономики, ужесточения стандартов технологических процессов, обеспечивающих восстановление качества среды обитания и получение экологически безопасной продукции. Правовое обеспечение природопользования регулируется нормативно-правовыми актами, принимаемыми как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов РФ. Рациональное использование возобновляемых природных ресурсов и внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий должны получать первоочередную государственную поддержку.

Экологическое сопровождение хозяйственной деятельности включает: осуществление процедуры оценки экологического воздействия на ОПС (ОВОС), являющейся частью технико-экономического обоснования проекта (ТЭО); экологический мониторинг как основу для обеспечения потребностей экономики и принятия управленческих решений; экологическую паспортизацию предприятий и территорий (согласно ГОСТ 17.0.0.04-90 "Экологический паспорт промышленного предприятия"); экологическую экспертизу, стандартизацию, сертификацию (сырья, технологии, продукции, отходов); экологическое лицензирование; соблюдение режимов природопользования; экологический аудит. Экономический механизм природопользования включает плату за ресурсы, загрязнение ОПС, размещение отходов. Плата – это главный ключ экологизации хозяйственной деятельности, пользуясь которым можно сделать охрану ОПС и ресурсосбережение экономически выгодным делом (Мартемьянова, 1999; Мартемьянова, 2000).

9. Заключение

В проводимых исследованиях изучены региональные аспекты осуществления вышеперечисленных принципов сбалансированного природопользования. Оценена экономическая эффективность природоохранных мероприятий, выполнен сравнительный анализ величин экологического ущерба отрасли (предприятия) и штрафов за него; сравниваются объемы изъятия природных ресурсов с темпами их воспроизводства (восстановления качества) и т.д. Как направление экологизации оценены возможности использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Делается вывод о необходимости структурной перестройки и экологизации экономики, управления природопользованием вне зависимости от существующих форм собственности на землю и недра, от форм хозяйствования, о создании условий для сбалансированного природопользования как основного фактора устойчивого развития страны.

Результаты исследований докладывались на итоговых научно-практических конференциях МГТУ, международной конференции "Северные университеты" (Мурманск, 1997), III научно-практической международной конференции "Экономика природопользования и природоохраны" (Пенза, 2000), опубликованы работы по региональным аспектам природопользования.

Литература

- Derkatch S.R., Petrova L.A., Izmailova V.N. and Tarasevich B.N. Properties emulsion films made from binary aqueous mixtures of gelatin-surfactant: the effect of concentration and pH. *Colloid and Surfaces. A*, v.152, p.189-197, 1999.
- Злобин В., Нянишкене В., Путинцев Н. Экосистемы водорослей в изменяющихся условиях среды обитания. *Вильнюс, Наука*, 296 с., 1987.
- Измайлова В.Н., Деркач С.Р., Зотова К.В., Данилова Р.Г. Влияние углеводородных и фтористых поверхностно-активных веществ на свойства желатины в объеме водной фазы и на границе с воздухом. *Коллоид. журнал.*, т.55, № 3, с.54-90, 1993.
- Коновалова И.Н., Тараненко В.Г., Дякина Т.А. Потенциометрическое определение качества рыбьего жира и его эмульсий. *Наука производству*, № 1, с.36-37, 2000.
- Мартемьянова Е.С. Природопользование: Метод. указания к практич. занятиям студентов вузов экономических специальностей. *Мурманск, Изд-во МГТУ*, 98 с., 1999.
- Мартемьянова Е.С. Природопользование: Учеб. пособ. для вузов. В 2 ч. *Мурманск, Изд-во МГТУ*, 480 с., 2000.
- Путинцев Н.М. Физические свойства вещества (лед, вода, пар). *Мурманск, Север*, 255 с., 1995.

- Степанова Н.В., Коновалова И.Н., Василевский П.Б., Береза И.Г.** Влияние жира на коагуляцию белка низкомолекулярными электролитами. *Вода и экология*, № 2, с.46-54, 2000.
- Тараненко В.Г., Коновалова И.Н., Василевский П.Б., Береза И.Г.** Определение содержания свинца в судовых маслах с использованием свинецселективного электрода. *Наука производству*, № 1, с. 33-35, 2000.
- Шибанов В.Н.** Влияние сульфид-иона на процесс железоочистки растворов электролиза никеля. *Цветные металлы*, № 4, с.35-37, 1986.
- Шибанов В.Н.** Электрохимическое выщелачивание никельсодержащей меди. *Наука производству*, № 2, с.134, 2000.