

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН ИВП РАН  
член-корр. РАН, д.ф.-м.н.



А.Н. Гельфан

2022 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

секции Ученого совета «Качество вод и экология» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем Российской академии наук по диссертации **Казмирука Василия Даниловича**, представленной на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности

1.6.21 – Геоэкология

Диссертация «Гидроэкологические процессы и реконструкция зарастающих водных объектов» выполнена в Институте водных проблем РАН.

Казмирук Василий Данилович в 1983 г. с отличием окончил Украинский ордена Дружбы народов институт инженеров водного хозяйства. В 1986 г. поступил на очную форму обучения в аспирантуру Института водных проблем АН СССР, которую успешно закончил в 1989 г. и защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук на тему: «Формирование и расчет течений устьевого взморья Волги». С 1990 г. по настоящее время работает в Институте водных проблем РАН (ИВП РАН), с 1996 г. в должности старшего научного сотрудника. За время работы в ИВП РАН, кроме исследований в рамках планов НИР лаборатории, участвовал в качестве ответственного исполнителя и научного руководителя в выполнении исследований по 23 контрактам и договорам с министерствами, ведомствами, российскими и международными организациями. В течение более 30 лет в качестве начальника экспедиции проводил регулярные полевые исследования на десятках водных объектов России и за ее пределами.

Область научных интересов включает биогеохимические процессы в ветлендах, устьевые процессы, экогидродинамику зарастающих водных объектов, натурные и экспериментальные исследования состава и динамики донных отложений в реках, озерах, водохранилищах и устьях рек, природоохранные аспекты рационального использования и обустройства ветлендов, мелководных водохранилищ и эстуариев, взаимодействие микрочастиц синтетических полимерных материалов (микропластика) с макрофитами.

По итогам обсуждения было принято следующее заключение.

### **Актуальность темы исследования**

Интенсивное зарастание, заиление и заболачивание в последние десятилетия многих рек и водоемов, как результат все усиливающейся антропогенной нагрузки на природную среду, распространение инвазивных видов макрофитов и изменение климата, особенно остро обозначило проблему наличия знаний о гидроэкологических процессах в зарастающих водных объектах и факторах их обуславливающих. Мелководные зарастающие зоны, как правило, имеют наибольшую биологическую продуктивность и могут занимать площадь от нескольких сот квадратных метров до десятков тысяч квадратных километров. В силу специфичности формирующегося здесь экокомплекса, именно эти зоны, с одной стороны нередко являются основной «кухней» формирования качества воды и биопродуктивности водотоков и водоемов, а с другой – наименее изучены, из-за труднодоступности, сложности происходящих там процессов и невозможности применения традиционных методов исследования водных объектов. Зарастающие зоны часто называют «почками природы» из-за их способности к фильтрации, метаболизму и снижению уровня загрязняющих веществ.

Существует ряд примеров, когда отсутствие знаний о закономерностях функционирования природного комплекса зарастающих водных объектов влечет за собой неоправданные затраты и даже человеческие жертвы. Разные стадии зарастания, различия в гидродинамической активности водных масс и видовом составе высшей водной растительности (ВВР) вызывают диаметрально противоположные отклики в экосистеме водных объектов – от улучшения экологического состояния и качества воды в водоеме или водотоке до полной потери рыбопродуктивности и изменения самой экосистемы.

В диссертации рассмотрен комплекс задач, которые объединены в рамках одного направления: «Закономерности формирования состава вод, донных отложений и барьерная роль макрофитов в естественных и антропогенно нарушенных зарастающих водных объектах». Выполненные соискателем исследования являются актуальными и имеют научную и практическую значимость.

### **Основные научные результаты**

1. Предложена комплексная многоуровневая классификация зарастающих водотоков и водоемов, охватывающая весь спектр континентальных водных объектов от ручьев и прудов до водохранилищ и устьевых областей крупных рек, а также антропогенные воздействия на них. Выявлены основные классификационные признаки зарастающих

водотоков, водоемов и устьевых областей. Классификация позволяет учитывать гидрографические и геоморфологические особенности зарастающих водных объектов, преобладающее движение водных масс, пространственную структуру зон зарастания, их влияние на скоростную структуру потока, прямые и опосредованные антропогенные воздействия, и их основную направленность. Получила развитие концепция «экосистемного инжиниринга» для зарастающих зон водных объектов в части среднегообразующей роли ВВР в формировании донных отложений и ледовых явлений. Впервые предложено использовать ВВР в качестве индикатора для анализа гидродинамической активности водных масс, скоростной структуры потока и типа донных отложений.

2. Разработаны алгоритмы расчета осредненных скоростей движения воды отдельно для случаев осреднения по ширине потока и по вертикали при мозаичном распределении гидравлических сопротивлений, определяемых естественной водной растительностью. Предложена полуэмпирическая формула определения гидравлических сопротивлений ВВР.

3. Показано, что ключевым фактором внутриводоемных процессов в зарастающих водных объектах является гидродинамическая активность водных масс, от которой в значительной степени зависят, как масштабы и скорость трансформации природных и антропогенных составляющих состава вод и донных отложений, так и сама возможность существования растительного покрова в водном объекте. При постоянных скоростях движения воды выше 10-15 см/с большинство видов ВВР не укореняется.

4. При фильтрации воды через заросли ВВР с проективным покрытием 50-70 % концентрация взвешенных частиц минерального происхождения экспоненциально уменьшается до значений менее 5 мг/л. Однако, на зарастающих и заболачивающихся участках с проективным покрытием ВВР более 70 % содержание взвешенных веществ в большинстве случаев выше, чем на чистоводе. Это связано с формированием органических илов и отложений из макрофитов, имеющих удельный вес близкий к удельному весу воды и находящихся в полувзвешенном состоянии.

5. Изучены особенности формирования химического состава вод зарастающих мелководий при различной степени водообмена. Получены новые данные о скорости деструкции растительного опада в естественных условиях и задержании микрочастиц природного происхождения на листьях и стеблях ВВР.

6. Впервые изучены механизмы формирования донных отложений разнотипных зарастающих водных объектов при различных условиях гидродинамической активности водных масс, видовом составе и структуре ВВР.

7. Показано, что в зарастающих водных объектах присутствие ВВР оказывает множественное разнонаправленное влияние на распределение концентраций металлов в донных отложениях. Основная роль ВВР состоит не в прижизненном поглощении металлов, хотя она тоже важна, а в создании биомассы (органического вещества) и, после отмирания надземных частей макрофитов, удержании ее в донных отложениях, тем самым создавая условия накопления металлов. Для многих металлов существуют устойчивые линейные или логарифмические зависимости между их концентрацией в донных отложениях и уровнем накопления органического вещества. В зонах устойчивой седиментации наблюдаются повышенные концентрации тяжелых металлов и происходит их депонирование, следствием чего могут быть локальные геохимические аномалии. Этому способствует накопление тяжелых металлов растениями-концентраторами и образование отложений из их растительного опада. Более высокие концентрации большинства металлов обнаруживаются в донных отложениях в зоне корней и корневищ ВВР, по сравнению с грунтами за пределами ризосферы.

8. Впервые изучены особенности поведения микрочастиц синтетических полимерных материалов в прибрежной зоне континентальных водных объектов и механизмы задержания и депонирования микропластика в зарастающих зонах. Выявлен целый ряд механизмов, под действием которых частицы оказываются задержанными в зарастающих зонах: 1) в результате создания дополнительных гидравлических сопротивлений происходит снижение скорости движения воды, транспортирующей способности потока и интенсивности турбулентного перемешивания, что приводит к осаждению твердых частиц; 2) возникновение в тыльной части растений водоворотных зон приводит к захвату микрочастиц, увеличению времени их нахождения непосредственно у растений и вероятности адгезии и агрегации; 3) снижение скорости ветра у поверхности воды, в результате чего снижается гидродинамическая активность водных масс; 4) гашение ветро-волновых явлений, приводящих к взмучиванию осевших частиц; 5) гашение кинетической энергии дождевых капель и снижение вероятности их прямого воздействия на плавающие и уже задержанные микрочастицы; 6) механическое задержание частиц неровностями в структуре растений; 7) задержание частиц сито-подобными структурами из переплетений стеблей и листьев растений одного или нескольких видов; 8) создание макрофитами на дне, поверхности и в толще воды объемной массы растительного опада с пористой структурой; 9) задержание микрочастиц в результате адгезии поверхностей ВВР и частиц; 10) прикрепление частиц к липким поверхностям перифитона, покрывающего листья и стебли ВВР; 11) прилипание частиц к

растениям и друг к другу в результате взаимодействия электрических полей; 12) агрегация свободноплавающих частиц с уже прикрепленными к растениям.

9. Для минимизации влияния микропластика на естественные биогеохимические процессы в пресноводных экосистемах и снижения вероятности транспорта пластиковых микрочастиц в морские экосистемы, предложено использовать барьерную роль ВВР. Эксперименты для 14 видов ВВР показали, что для плавающих частиц (микропленок и фрагментов) из полиэтилена высокой плотности, которые составляют более 50 % обнаруживаемых в водных объектах крупных пластиковых микрочастиц, степень перехвата макрофитами колеблется в пределах 22-76 % при проективном покрытии растительностью акватории 50 % и 31-100 % при проективном покрытии 100 %.

10. Обнаружено, что даже после формирования микрочастиц при разрушении предметов из синтетических полимерных материалов, находящихся в прибрежной зоне, для попадания этих микрочастиц с суши в водные объекты необходимо несколько месяцев (фрагменты пенополистирола, микроволокна), для фрагментов в виде пленок и пластин разной формы необходимо более полугода, а для тяжелых частиц из полимерных материалов высокой плотности, таких как поливинилхлорид и органическое стекло, может понадобиться несколько лет. За это время плотность частиц и их химический состав могут существенно измениться в результате выветривания, агрегации и адгезии с имеющимися на суше, минеральными и органическими частицами, плотность которых в 2,5-2,7 раза выше плотности большинства полимерных материалов.

11. Впервые сформулированы гидроэкологические критерии хозяйственного использования зарастающих водных объектов. На основе анализа масштабов пространственной и временной изменчивости гидроэкологических процессов, разработана и реализована система мониторинга для зарастающих зон и примыкающих к ним территорий при их планируемой реконструкции и обустройстве.

12. Впервые изучены закономерности формирования состава вод и донных отложений зарастающих мелководий в условиях инженерных мероприятий по их реконструкции и обустройству.

#### **Личный вклад автора в получение результатов, изложенных в диссертации**

Все результаты, представленные в диссертационной работе, получены автором самостоятельно либо при его непосредственном участии в коллективе соавторов.

## **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Достоверность результатов исследования достигалась проведением экспедиционных работ на водных объектах, измерений и лабораторных анализов по стандартным общепринятым методикам, статистической обработкой данных, использованием контрольных проб и стандартных образцов, а также анализом и обобщением материалов дистанционных наблюдений и опубликованных работ о состоянии экосистем зарастающих водных объектов и их компонентов. Оценки проводились с использованием методик, имеющих широкое распространение и использование в научной литературе.

## **Научная новизна диссертационного исследования**

Разработана методология комплексных исследований разнотипных зарастающих водных объектов, предложена их классификация, что позволяет увязать в единой системе взаимодействие движущейся воды, седиментов и ВВР, дает возможность анализа этого взаимодействия для водных объектов разной структурной организации. Разработаны методы определения гидравлических сопротивлений ВВР и расчета осредненных скоростей движения воды отдельно для случаев осреднения по ширине потока и по вертикали при мозаичном распределении гидравлических сопротивлений, определяемых естественной водной растительностью.

Показано, что для зарастающих водных объектов, ввиду захвата растительностью части пространства, возникают обособленные структуры и характерно формирование более неоднородных показателей воды и донных отложений. Наиболее неоднородны концентрации тяжелых металлов, как в воде, так и в донных отложениях. Водная растительность оказывает опосредованное влияние на накопление тяжелых металлов в зарастающих зонах через формирование органических илов на основе растительного опада и задержание мелкодисперсных частиц. Возникновение в зарослях макрофитов зон устойчивой седиментации может привести к накоплению тяжелых металлов в этих зонах, их депонированию, а также появлению локальных геохимических аномалий. Установлен факт концентрирования металлов в ризосфере некоторых видов ВВР.

Предложено новое научное направление - взаимодействие микрочастиц синтетических полимерных материалов с макрофитами и использование последних как буферных зон при загрязнении водных объектов микропластиком. Впервые изучены особенности поведения микрочастиц синтетических полимерных материалов в прибрежной зоне континентальных водных объектов и механизмы задержания и депонирования микропластика в зарастающих зонах. Выявлены закономерности скорости попадания пластиковых микрочастиц различной природы из прибрежной полосы в водные объекты.

Сформулированы гидроэкологические критерии хозяйственного использования зарастающих водных объектов. На основе производственных экспериментов впервые изучены закономерности формирования состава вод и донных отложений зарастающих мелководий в условиях инженерных мероприятий по их реконструкции и обустройству.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Совокупность научных результатов, полученных соискателем, может являться методической основой для комплексного анализа экологического состояния зарастающих водотоков и водоемов, их мониторинга, рационального использования, обустройства и восстановления, а также разработки технологий защиты водных объектов от загрязнения, основанных на интенсификации внутриводоёмных процессов.

Результаты исследований, разработанные подходы и система мониторинга были использованы при подготовке и реализации проектов: «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги» (заказчик Минобрнауки РФ), ФЦП «Возрождение Волги» (заказчик Минприроды РФ), ФЦП «Экология России» (заказчик Минэкологии РФ), ФЦП «Мировой океан» (заказчик Минэкономразвития РФ), «Каспийское море» (заказчик ГКНТ СССР), «Устья» (заказчик ГКНТ СССР), «Генеральный проект на создание комплексной системы мониторинга геологической среды и водных объектов Верхне-Волжского бассейна (полигон Верхняя Волга)» (заказчик Минприроды РФ), «Разработка нормативов ПДВВ на участке Верхней Волги в створе Иваньковского водохранилища» (заказчик Минприроды РФ), «Обоснование инвестиций по улучшению водохозяйственной и экологической обстановки на Иваньковском водохранилище» (заказчик Минприроды РФ), «Разработка научно-обоснованного комплекса водохозяйственных мероприятий для обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственных систем, рационального использования водных ресурсов в условиях маловодья (в том числе затяжного) на примере Волги и Кубани» (заказчик Росводресурсы РФ), «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса Нижней Волги и снижения рисков вредного воздействия вод» (заказчик Росводресурсы РФ), «Разработка проекта нормативов допустимого воздействия по бассейну р. Волги от верховий Куйбышевского водохранилища до впадения в Каспийское море» (заказчик Росводресурсы РФ), International Project UNDP/GEF No. RER03G31 (00034997) «Caspian Environment Programme» (заказчик UNDP), «Разработка системы наблюдений и мероприятий по охране водных ресурсов Иваньковского водохранилища» (заказчик АО «Институт Гидропроект»), «Натурные исследования миграции тяжелых металлов при обустройстве заболоченных мелководий» (заказчик ГФУП «Центрводхоз»), «Исследование состояния

компонентов природной среды при подводной добыче нерудных строительных материалов» (заказчик ОАО «Тверской порт»), «Исследование гидролого-морфологических процессов в районе о. «Дом рыбака» с целью минимизации возможного влияния на остров подводно-технических работ при добыче нерудных строительных материалов» (заказчик ОАО «Тверской порт»), «Разработка проекта экспериментальных работ по улучшению экологического состояния залива Теменка (участок: мыс Светличный, оз. Селигер, Осташковский район Тверской области)» (заказчик ОАО «Тверской порт»), «Организация добычи строительных песков на месторождении «Залучье» в Осташковском районе Тверской области» (заказчик ОАО «Тверской порт»), «Анализ возможных воздействий подводно-технических работ при добыче нерудных строительных материалов на компоненты природной среды оз. Селигер и его водоохраной зоны» (заказчик ОАО «Тверской порт»), «Оценка естественных и техногенно обусловленных факторов формирования состава вод и донных отложений Осташковского плеса оз. Селигер» (заказчик ОАО «Тверской порт»), «Организация добычи песчано-гравийного материала на месторождении «Соболевское» (заказчик ООО «Геосервис»), «Seymour River Estuary Restoration» (заказчик City of North Vancouver, Canada), «Mackay Creek Marsh Restoration» (заказчик North Shore Wetland Partners Society, Canada). Имеется 8 справок о внедрении, разработанных автором методов.

### **Ценность научных работ соискателя**

Основные положения диссертации изложены в 4 монографиях и 95 статьях, в том числе в 36 статьях в рецензируемых изданиях.

### **Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК, в т. ч. индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science:**

1. **Казмирук В.Д.** Механизмы перехвата пластиковых микрочастиц буферными зонами из макрофитов // Геосистемы переходных зон. - 2021а. - Т.5, N4. - С.378-388.
2. **Казмирук В.Д.** Барьерная роль макрофитов при загрязнении водных объектов микропластиком // Наука. Инновации. Технологии. - 2021б. - N3. - С.133-149.
3. **Казмирук В.Д.,** Звезденкова Г.А. Микропластик в прибрежной полосе: скорость и факторы попадания в водный объект // Геополитика и экогеодинамика регионов. - 2021. - Т.7(17), Вып.4. С.268-278.
4. **Kazmiruk T.N., Kazmiruk V.D.,** Bendell L.I. Abundance and distribution of microplastics within surface sediments of a key shellfish growing region of Canada // PLoS ONE. - 2018. - Vol.13, N5. - e0196005.



5. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Экологическая защита городских водных объектов методами фитотехнологий // Экология урбанизированных территорий. - 2017. - N2. - С.131-138.

6. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Микропластик в донных отложениях: методы определения // Вода: химия и экология. - 2017. - N1. - С.87-92.

7. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Современные тенденции использования фитотехнологий для очистки и охраны вод // Теоретическая и прикладная экология. - 2016. - N3. - С.76-81.

8. Cluzard M., Kazmiruk T.N., **Kazmiruk V.D.**, Bendell L.I. Intertidal concentrations of microplastics and their influence on ammonium cycling as related to the shellfish industry // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. -2015. - Vol.69, N3. - P.310-319.

9. Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.** Реконструкция зарастающих и заболачивающихся водоемов // Природообустройство - 2009. - N2. - С.63-68.

10. Немировская И.А., Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.** Алифатические и полиароматические углеводороды в донных осадках устьевое взморья р. Волги // Водные ресурсы. - 2006. - Т.33, N3. - С.274-284.

11. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Кочарян А.Г., **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н., Толкачев Г.Ю. Оценка накопления тяжелых металлов и биогенных элементов в донных отложениях Ивановского водохранилища // Инженерная экология. - 2006. - N4. - С.42-53.

12. Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.**, Савенко А.В. Трансформация стока растворенных веществ в устьевой области Волги // Геохимия. - 2005. - Т.43, N6. - С.619-626.

13. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Катунин Д.Н., **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н., Островская Е.А. Тяжелые металлы в донных отложениях Верхней и Нижней Волги // Водные ресурсы. - 2002. -Т.29, N5. - С.539-547.

14. Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Зарастающие мелководья водоемов: мониторинг, обустройство, оценка экологического состояния // Инженерная экология. - 2001. - N4. - С.36-48.

15. **Казмирук В.Д.** Общая характеристика основных типов мелководий Ивановского водохранилища в современных условиях // Гидробиологический журнал. - 2001. - N1. - С.106-113.

16. **Казмирук В.Д.** О вертикальном распределении осредненной скорости течения в заросшем русле // Метеорология и гидрология. - 1999. - N3. - С.60-64.

17. **Казмирук В.Д.** Общая характеристика и особенности гидрохимического режима мелководий Иваньковского водохранилища // Водные ресурсы. - 1999. - Т.26, N3. - С.302-313.

18. **Казмирук В.Д.** Течения на мелководном устьевом взморье Волги: натурные наблюдения и численные расчеты // Метеорология и гидрология. - 1998. - N8. - С.64-75.

19. **Казмирук В.Д.** Экосистемы зарастающих водных объектов и гидроэкологические критерии их хозяйственного использования // Мелиорация и водное хозяйство. - 1998. - N4. - С.14-20.

20. **Kazmiruk V.D.** Hydraulic resistances of higher aquatic vegetation // Acta hydrotechnica. - 1997. - Vol.15/19. - P.79-84.

21. **Казмирук В.Д.** Гидравлические сопротивления высшей водной растительности // Водные ресурсы. - 1990. - N1. - С.101-108.

#### **Монографии:**

22. **Казмирук В.Д.** Микропластик в окружающей среде: Нарастающая проблема планетарного масштаба. - М.: URSS, 2020. - 432 с.

23. Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.**, Вишневская Г.Н. Биота в процессах массопереноса в водных объектах. - М.: Наука, 2008. - 316 с.

24. Бреховских В.Ф., Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.** Донные отложения Иваньковского водохранилища: Состояние, состав, свойства. - М.: Наука, 2006. - 176 с.

25. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н., Бреховских В.Ф. Зарастающие водотоки и водоемы: Динамические процессы формирования донных отложений. - М.: Наука, 2004. - 310 с.

#### **Публикации в других изданиях:**

26. **Казмирук В.Д.** Микропластик в водных объектах: источники и некоторые особенности поведения частиц // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком «MicroPlasticsEnvironment-2022». - Томск, 2022. - С.11-16.

27. **Казмирук В.Д.** Почему в зарослях макрофитов много микропластика: действующие механизмы // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком «MicroPlasticsEnvironment-2022». - Томск, 2022. - С.43-48.

28. Белкина Н.А., **Казмирук В.Д.**, Потахин М.С. Поступление фосфора из донных отложений Иваньковского водохранилища в составе взвешенного вещества // Озера

Евразии: проблемы и пути их решения, Ч.2. - Казань: Издательство АН РТ, 2019. - С.33-38.

29. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Оценка и мониторинг загрязнения водных объектов микропластиком // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Т.П. Изучение и мониторинг процессов в почвах и водных объектах. - М., 2018. - С.373-377.

30. **Казмирук В.Д.** Охрана и очистка вод методами фитотехнологий // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Т.V. Планирование, управление и реабилитация ландшафтов. - М., 2018. - С.294-301.

31. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Очистка воды методами фитотехнологий // Водоочистка. - 2017. - N4. - С.71-75.

32. Kazmiruk T.N., **Kazmiruk V.D.**, Ashley K. I., Bendell L.I. Trace metals in urban estuaries; implication for remediation // 2016 Salish Sea Toxics Monitoring Review: A Selection of Research. PSEMP Toxics Work Group. Tacoma, WA, USA. - 2017. - P. 8.

33. Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.**, Бинделл Л.И., Казмирук З.В. Температурный фактор в процессах накопления микропластика донными отложениями // Ледовые и термические процессы на водных объектах России. - Владимир, 2016. - С.200-206.

34. Kazmiruk T.N., **Kazmiruk V.D.**, Bendell L.I. Trace metals in urban estuaries; implication for remediation // Pacific Estuarine Research Society 39<sup>th</sup> Annual Conference. - Brackendale, Canada, 2016. - P.26-27.

35. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Фитотехнологии для очистки воды от медицинских препаратов // Водоочистка. - 2015. - N11-12. - С.30-34.

36. **Казмирук В.Д.** Микропластик в водных объектах: опасности и мониторинг // Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Ч.І. - М., 2015. - С.247-256.

37. **Казмирук В.Д.**, Кочарян А.Г., Казмирук Т.Н., Лебедева И.П. Фиторемедиация в охране вод от тяжелых металлов // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства в России. Ч.Ш. - М., 2015. - С.353-358.

38. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Зоны депонирования тяжелых металлов в водных объектах // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. - М., 2015. - С.413-416.

39. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Об определении микропластика в донных отложениях // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод. Ч.2. - Ростов-на-Дону, 2015. - С.16-20.

40. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Охрана и очистка вод методами фитотехнологий // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.». Т.1. - Петрозаводск, 2015. - С.294-301.

41. Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.** Некоторые особенности формирования состава и структуры наносов // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. Т.П. - М., 2014. - С.96-108.

42. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Естественные барьеры поступления тяжелых металлов в Каспийское море // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. - Рязань, 2013. - С.486-494.

43. **Казмирук В.Д.** Фиторемедиация в охране вод: неограниченные возможности и возможные ограничения // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. - Рязань, 2013. - С.494-501.

44. **Казмирук В.Д.** Современные тенденции использования фиторемедиации для охраны вод // Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем. - М., 2013. - С.109-114.

45. **Казмирук В.Д.** О термине «ветленд» // Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем. - М., 2013. - С.192-197.

46. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Использование фиторемедиации для охраны вод в России и мире // Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз. - Новочеркасск, 2013. - С.332-337.

47. **Казмирук В.Д.** Водоохранные сооружения с высшей водной растительностью // Роль мелиорации и водного хозяйства в инновационном развитии АПК. - М., 2012. - С.372-380.

48. **Казмирук В.Д.** Регулирование зарастания водных объектов и управление ими // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения. Ч.IV. - М.: МГУП, 2011. С.126-132.

49. **Казмирук В.Д.** Особенности деструкции опада высшей водной растительности в естественных условиях // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т.VI. - Пермь, 2011. - С.77-82.

50. **Казмирук В.Д.** Хозяйственное использование зарастающих водных объектов // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т.VI. - Пермь, 2011. - С.82-87.

51. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Методы доочистки сточных вод с использованием высшей водной растительности // Экологический вестник России. - 2010. - N7. - С.32-37.

52. Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.** Современные проблемы качества воды и донных отложений Иваньковского водохранилища как источника питьевого водоснабжения //

Вісник національного університету водного господарства та природокористування. - Рівне, 2009. - С.175-180.

53. **Казмирук В.Д.** Причины и факторы зарастания водных объектов // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России. Ч.1. - М.: МГУП, 2009. - С. 435-441.

54. **Казмирук В.Д.** Улучшение экологического состояния и хозяйственное использование зарастающих водных объектов // Мелиорация и водное хозяйство XXI века. Наука и образование. - Горки, 2009. - С.213-217.

55. **Казмирук В.Д.** Гидрохимический режим и качество воды Иваньковского водохранилища в современных условиях // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т.1. Пермь, 2009. - С.236-241.

56. **Казмирук В.Д.** Средообразующая роль высшей водной растительности в формировании экосистемы зарастающих мелководий водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т.2. - Пермь, 2009. - С.289-294.

57. **Казмирук В.Д.** Деструкция опада высшей водной растительности в естественных условиях // Сотрудничество для решения проблемы отходов. - Харьков, 2009. - С.234-236.

58. **Казмирук В.Д.** Методы учета зарастания каналов при расчете формирования стока с мелиоративной сети // Генетические и вероятностные методы в гидрологии: проблемы развития и взаимосвязи. - Одесса, 2009. - С.51.

59. **Казмирук В.Д.,** Казмирук Т.Н. Методы доочистки сточных вод с использованием высшей водной растительности // Водоочистка. - 2009. - N1. - С.27-27.

60. **Казмирук В.Д.** Накопление тяжелых металлов высшей водной растительностью различных биотопов устьевой области Волги // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы. Ч.1. - Борок, 2008. - С.30-33.

61. **Казмирук В.Д.,** Казмирук Т.Н. Структура высшей водной растительности как индикатор экологического состояния водных объектов // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы. Ч.3. - Борок, 2008. - С.31-35.

62. **Казмирук В.Д.,** Казмирук Т.Н. Современные водохозяйственные и экологические проблемы Нижней Волги // Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов. Ч.1. - М.: МГУП, 2008. - С.318-323.

63. **Казмирук В.Д.,** Казмирук Т.Н. Методы доочистки сточных вод с использованием высшей водной растительности // Сотрудничество для решения проблемы отходов. - Харьков, 2008. - С.262-264.

64. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Современные экологические проблемы Ивановского водохранилища как водоема комплексного назначения // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления. - Астрахань, 2008. - С.165-179.

65. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Тяжелые металлы в донных отложениях Ивановского водохранилища // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. - С.119-121.

66. **Казмирук В.Д.** Современные экологические проблемы Ивановского водохранилища // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. - С.121-123.

67. Савенко А.В., Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.** Межгодовая изменчивость распределения биогенных элементов в устье Волги в период летней межени // Инновационный потенциал естественных наук. Т.П. Экология и рациональное природопользование. Управление инновационной деятельностью. - Пермь, 2006, С.129-134.

68. Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.**, Савенко А.В. Микроэлементный состав высшей водной растительности в устье Волги // Инновационный потенциал естественных наук. Т.П. Экология и рациональное природопользование. Управление инновационной деятельностью. - Пермь, 2006. - С.185-189.

69. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Атлас состава и свойств донных отложений Ивановского водохранилища // Вода: экология и технология. - М., 2006. - С.16-18.

70. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Динамика рельефа дна и устьевые процессы в зарастающих водоемах // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. - М., 2004. - С.543-545.

71. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Моделирование движения воды в пресноводных ветландах: дельта и отмеляя зона устьевого взморья Волги // Вода: экология и технология. - М., 2002. - С.93.

72. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. О неоднородности полей гидрохимических характеристик и некоторых свойств донных отложений на зарастающих мелководьях Ивановского водохранилища // Современные проблемы стохастической гидрологии. - М, 2001. - С.232-233.

73. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Особенности гидрохимического режима мелководий // Ивановское водохранилище: Современное состояние и проблемы охраны. - М.: Наука, 2000. - С.157-171.

74. Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.** Состав и свойства донных отложений // Ивановское водохранилище: современное состояние и проблемы охраны. - М.: Наука, 2000. - С.224-239.

75. Казмирук Т.Н., **Казмирук В.Д.** Процессы седиментации и взмучивания // Ивановское водохранилище: современное состояние и проблемы охраны. - М.: Наука, 2000. - С.289-308.

76. **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Расчистка и обустройство зарастающих мелководий // Ивановское водохранилище: современное состояние и проблемы охраны. - М.: Наука, 2000. - С.325-342.

77. **Казмирук В.Д.** Фитоиндикация состояния водных масс и донных отложений при дистанционном мониторинге водных объектов // Гидробиотаника-2000: материалы V Всероссийской конференции по водным растениям. - Ярославль: Изд-во Ярославского гос. технического ун-та, 2000. - С.150-151.

78. **Казмирук В.Д.** Современные гидроэкологические проблемы дельты Волги и Северного Каспия // Вода: экология и технология. - М., 2000. - С.84.

79. Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Особенности динамики донных отложений слабопроточного водоема (на примере Ивановского водохранилища) // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. - М., 1999. - С.249-251.

80. **Казмирук В.Д.** Механизмы динамики рельефа дна и формирования мутности воды на зарастающих мелководьях // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. - М., 1999. - С.293-295.

81. Бреховских В.Ф., **Казмирук В.Д.**, Казмирук Т.Н. Взаимодействие водных масс и донных отложений как фактор экологического риска в субаквальных ландшафтах Ивановского водохранилища // Проблемы геоэкологии. - Тверь, 1999. - С.49-51.

82. **Kazmiruk V.D.** Modeling velocity profiles in channels with vegetation // Stochastic models of hydrological processes and their applications to problems of environmental preservation. - Moscow, 1998. - P.228-231.

83. **Казмирук В.Д.** Опыт разработки конечноэлементной модели течений воды для многосвязной области с неоднородными гидравлическими сопротивлениями // Вода: экология и технология. - М., 1998. - С.65-66.

84. **Казмирук В.Д.** Расчистка зарастающих мелководий как фактор формирования их гидрохимического режима // Экологические проблемы Севера Европейской территории России. - Апатиты, 1996. - С.13-17.

85. **Казмирук В.Д.** Метод определения гидравлических сопротивлений зарастающих водотоков // Вода: экология и технология. - М., 1996. - С.163-174.

86. **Казмирук В.Д.** Гидравлика зарастающих водотоков // Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей. Ч1. - М., 1994. - С.121-127.

87. **Казмирук В.Д.** Моделирование течений воды в плавневых массивах устьевых участков рек с использованием аэрокосмической информации // Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей. Ч2. - М., 1994. - С.127-132.

88. **Казмирук В.Д., Харизоменов Д.А.** Колебания мутности воды в водотоках и на мелководьях устьевой области Волги // Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей. Ч2. - М., 1994. - С.142-148.

89. **Казмирук В.Д.** О роли мелководий различных типов в формировании качества воды рек и водоемов // Вода: экология и технология. Т.1. - М., 1994. - С.158-163.

90. **Казмирук В.Д.** Об использовании энтропийной меры упорядоченности структуры ценозов высшей водной растительности для анализа состояния водной среды // Математические проблемы экологии. - Новосибирск, 1994. - С.155-159.

91. **Казмирук В.Д.** Модель течений воды в заросшем русле // Математические проблемы экологии. - Душанбе, 1991. - С.85-88.

92. **Казмирук В.Д.** Моделирование течений воды при пространственной неоднородности гидравлических сопротивлений // Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования. - Ростов-на-Дону, 1989. - С.237-239.

93. **Казмирук В.Д.** Расчет гидравлических сопротивлений зарастающих водотоков при неоднородной горизонтальной структуре растительного покрова. - М., 1989. - 33 с.- Деп. в ВИНТИ 28.09.89, N 6049-B89.

94. **Казмирук В.Д.** Формула для расчета коэффициента шероховатости зарастающих водотоков // Человек в биосфере. - М., 1988. - С.156-160.

95. **Казмирук В.Д.** О математическом моделировании фоновых деформаций дна зарастающего мелководного устьевого взморья // Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования. - Ростов-на-Дону, 1988. - С.221-223.

96. **Казмирук В.Д.** Высшая водная растительность как индикатор динамики водных масс на зарастающем мелководье // Вклад молодых ученых и специалистов в решение современных проблем океанологии и гидробиологии: тез. докл. III науч.-техн. конф. - Севастополь, 1988. - С.74.

97. **Казмирук В.Д.** Расчет плана скоростей течения для анализа фоновых деформаций дна отмелого взморья р. Волги. - М., 1988. - 43 с. - Деп. в ВИНТИ 02.08.88, №6177-B88.



98. Горбач Т.Н., **Казмирук В.Д.** Структура потока и возможности ее фитоиндикации на зарастающем мелководье // Актуальные проблемы современной лимнологии. - Л, 1988. - С.17-18.

99. **Казмирук В.Д.** О возможности фонового прогноза развития гидрографической сети на мелководном устьевом взморье Волги // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. - М.: Изд-во МГУ, 1987. - С.442-447.

### **Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных соискателем работах**

В опубликованных материалах изложена вся основная информация, полученная в рамках диссертационного исследования. Долю опубликованных материалов диссертации можно приблизительно оценить в 90%.

### **Специальность, которой соответствует диссертация**

Диссертация соответствует специальности 1.6.21 – Геоэкология. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с пунктами научных направлений паспорта специальностей ВАК: п. 1: Изучение состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов; п. 3: Междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработка научных основ регулирования качества состояния окружающей среды; п. 6: Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, биологических, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли; п. 7: Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов, функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем; п. 12: Оценка состояния водного режима территорий и геоэкологические последствия его изменения в связи с изменениями климатических параметров. Геоэкологический анализ влияния регулирования речного стока на водные, прибрежно-водные и наземные экосистемы и обоснование путей сохранения и восстановления водных и наземных экосистем.

### **Выводы**

Диссертация «Гидроэкологические процессы и реконструкция зарастающих водных объектов» Казмирука Василия Даниловича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Заключение единогласно принято на заседании секции Ученого совета  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных  
проблем Российской академии наук «Качество вод и экология».

Протокол № 5/2022 от «23» июня 2022 года.

Председатель секции  
д.г.-м.н.



И.В. Чеснокова

Ученый секретарь  
к.г.н.



М.А. Козлова